

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
CAMPUS DIADEMA**



**FERNANDA CRISTINA ROMERO**

**PERCEPÇÃO DE RISCO E REPRESENTAÇÕES SOCIAIS A  
RESPEITO DE RESÍDUOS E REJEITOS RADIOATIVOS:  
UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DO  
INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E  
NUCLEARES**

**DIADEMA**

**2019**

**FERNANDA CRISTINA ROMERO**

**REPRESENTAÇÕES SOCIAIS E PERCEPÇÃO DE RISCO A  
RESPEITO DE RESÍDUOS E REJEITOS RADIOATIVOS: UM  
ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DO INSTITUTO DE  
PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**

Dissertação de Mestrado apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Análise Ambiental Integrada do Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema.

**Orientadora**

Profa. Dra. Luciana Aparecida Farias

**DIADEMA**

**2019**

Romero, Fernanda Cristina

Percepção de Risco e representações sociais a respeito de resíduos e rejeitos radioativos: Um estudo de caso com estudantes do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Fernanda Cristina Romero. -- Diadema, 2019  
120 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências- Programa de Pós-Graduação em Análise Ambiental Integrada) - Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2016.

Orientadora: Luciana Aparecida Farias

1. Tecnologia Nuclear. 2. Psicologia Social. 3. Gestão Ambiental. 4. Resíduos radioativos. 5. Rejeitos Radioativos. I. Título.

CDD 363.7289

## **AGRADECIMENTOS**

A presente dissertação simboliza o encerramento de mais uma importante etapa de minha formação profissional, porém, é apenas mais um passo da luta por um mundo mais sustentável. E essa trajetória apenas foi possível com o apoio de pessoas, afinal de contas, essa luta não se faz sozinha, portanto, agradeço:

Aos meus pais por terem me incentivado a seguir meus sonhos e a defender aquilo que acredito e ao namorado por ter me acompanhado em todos esses dias de sorrisos, lágrimas e (muita) ansiedade.

À minha orientadora Luciana, que desde a graduação me acompanha nesse processo incrível de autoconhecimento e que cujas palavras e ensinamentos foram fundamentais para meu crescimento como pesquisadora e como ser humano.

Ao professor Luiz, que contribuiu muito para a análise dos dados e com quem eu aprendi bastante no processo.

Ao professor Roberto do IPEN por ter ajudado muito em minhas atividades dentro do Instituto, bem como pelos esclarecimentos da pesquisa.

Aos estudantes do IPEN por terem cedido seu tempo ao responder o questionário.

Aos estudantes do Centro do Reator de Pesquisa por terem me permitido acompanhá-los em suas atividades laboratoriais.

À minha querida amiga Rafaella por ter me ajudado nessa busca sofrível por estudantes no IPEN dispostos a responder o questionário.

Minha profunda gratidão a todos aqueles que fizeram parte dessa etapa incrível!

“Nenhum problema pode ser resolvido pelo mesmo estado de consciência que o criou.”  
(Albert Einstein)

## RESUMO

O gerenciamento adequado de resíduos e rejeitos radioativos de laboratórios de pesquisa e ensino dependem também da responsabilidade daqueles que os geram, sendo esse um planejamento importante na elaboração de projetos. Não são apenas os resultados acurados que devem ser objetivados, mas também métodos que gerem menores volumes desses materiais e seus descartes adequados. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo investigar a percepção de risco e representações sociais a respeito de resíduos e rejeitos radioativos entre estudantes do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Foi aplicado questionário estruturado a 104 estudantes do instituto, no período de agosto de 2017 a agosto de 2018. A percepção de risco dos estudantes que responderam ao questionário não demonstrou ser influenciada pelo conhecimento adquirido durante as disciplinas oferecidas no programa de pós-graduação, fato que pode afetar a tomada de decisões relativas ao gerenciamento de rejeitos radioativos. As discussões acerca da geração e minimização desses materiais devem ser aprimoradas, e a articulação com os conceitos da química verde podem ser benéficos para isso. No que tange às representações sociais, verificou-se que existe relação entre sua estrutura e o risco oferecido pelos rejeitos radioativos. Como sugestão do presente estudo está a elaboração de um manual de boas práticas de laboratório, que reforce a necessidade de repensar métodos que gerem menos resíduos e rejeitos, sejam eles radioativos ou não, além de oferecer aos estudantes do instituto uma disciplina obrigatória sobre gerenciamento de resíduos e rejeitos de laboratório.

**Palavras Chaves:** Tecnologia Nuclear, Psicologia Social, Gestão Ambiental, Resíduos radioativos, Rejeitos Radioativos.

## ABSTRACT

The proper management of radioactive waste from research and teaching laboratories also depends on the responsibility of those who generate them, which is an important planning in the design of projects. It is not only the accurate results that should be aimed, but also methods that generate lower volumes of these materials and their appropriate discards. In this sense, the present study aimed to investigate the perception of risk and social representations regarding radioactive waste among students of the Nuclear and Energy Research Institute. A structured questionnaire was applied to 104 students from August 2017 to August 2018. The risk perception of the students who answered the questionnaire was not influenced by the knowledge acquired during the courses offered in the postgraduate program, fact which can affect decision making regarding the management of radioactive waste. Discussions about the generation and minimization of these materials should be improved, and articulation with the concepts of green chemistry may be beneficial to this. Regarding social representations, it was verified that there is a relationship between its structure and the risk offered by radioactive waste. As a suggestion of the present study is the development of a manual of good laboratory practices, which reinforces the need to rethink methods that generate less waste, whether radioactive or not, and to offer to the students of the institute a compulsory discipline on waste and laboratory waste.

**Keywords:** Nuclear Technology, Social Psychology, Environmental Management, Radioactive Waste, Radioactive residue.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-</b> Distribuição dos indivíduos que responderam ao questionário segundo a faixa de idade.....	48
<b>Gráfico 2-</b> Distribuição dos estudantes do IPEN segundo o ano de ingresso.....	49
<b>Gráfico 3-</b> Distribuição dos estudantes segundo a atividade que desenvolvem no IPEN. ..	49
<b>Gráfico 4-</b> Distribuição dos estudantes segundo os centros de pesquisas e gerências do IPEN nos quais realizam pesquisa.....	50
<b>Gráfico 5-</b> Distribuição dos estudantes respondentes segundo a área de formação. ....	51
<b>Gráficos 6 e 6b-</b> Distribuição dos estudantes segundo a classificação das definições dadas a resíduo (à esquerda) e rejeito (à direita). ....	52
<b>Gráfico 7-</b> Distribuição dos estudantes segundo a percepção de risco quanto à manipulação de resíduos sólidos e rejeitos. ....	53
<b>Gráfico 8-</b> Distribuição dos estudantes segundo a consideração de métodos que gerem menos resíduos sólidos e rejeitos.....	54
<b>Gráfico 9-</b> Distribuição dos estudantes segundo a categorização das respostas sobre a consideração de métodos que gerem menos resíduos sólidos e rejeitos.....	55
<b>Gráfico 10-</b> Distribuição dos estudantes segundo a percepção de corresponsabilidade sobre o descarte de rejeito. ....	58
<b>Gráfico 11-</b> Distribuição dos estudantes segundo a categorização das respostas sobre a corresponsabilidade quanto à disposição correta dos rejeitos. ....	58
<b>Gráficos 12 e 12b-</b> Distribuição dos estudantes segundo as categorias nas quais se encontram as definições dadas para resíduo radioativo (à esquerda) e para rejeito radioativo (à direita).....	61
<b>Gráfico 13-</b> Distribuição dos estudantes segundo as categorizações das definições de rejeito e rejeito radioativo. ....	62
<b>Gráfico 14-</b> Distribuição dos estudantes segundo a categorização das definições de rejeito e rejeito radioativo. ....	63
<b>Gráfico 15-</b> Distribuição dos estudantes quanto a afirmação sobre conhecer rejeito de baixo, médio e alto nível de radiação. ....	65
<b>Gráfico 16-</b> Distribuição dos estudantes que afirmaram saber a definição de rejeito de baixo, médio e alto nível de radiação quanto às respostas corretas e incorretas. ....	66



<b>Gráfico 17-</b> Distribuição dos estudantes que trabalham com amostras radioativas que definiram corretamente os rejeitos de baixo, médio e alto nível de radiação. ....	66
<b>Gráfico 18-</b> Distribuição dos estudantes que definiram corretamente os rejeitos de baixo, médio e alto nível segundo os centros em que realizam suas pesquisas. ....	67
<b>Gráfico 19-</b> Distribuição dos estudantes quanto à consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos. ....	68
<b>Gráfico 20-</b> Distribuição dos estudantes que manipulam amostras radioativas quanto à consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos. ....	69
<b>Gráfico 21-</b> Distribuição das respostas dos estudantes segundo a contextualização de exemplos para a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos. ....	69
<b>Gráfico 22-</b> Distribuição dos estudantes segundo a percepção de risco quanto a trabalhar com amostras radioativas.....	71
<b>Gráfico 23-</b> Distribuição dos estudantes que receberam instruções sobre segregação dos resíduos e rejeitos radioativos segundo os exemplos fornecidos por categoria.....	73
<b>Gráfico 24-</b> Distribuição dos estudantes segundo a percepção do risco de descartar um par de luvas contaminado em um contentor para materiais não contaminados.....	74
<b>Gráfico 25-</b> Distribuição dos estudantes segundo a percepção de se exporem a risco decorrente da geração/manipulação de resíduos e rejeitos radioativos. ....	76
<b>Gráfico 26-</b> Distribuição dos estudantes segundo a disposição de se expor a riscos para atingir seus objetivos devido a estar premido pelo tempo para finalização da pesquisa. ....	77
<b>Gráfico 27-</b> Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a mudança na percepção de risco em relação à tecnologia nuclear.....	78
<b>Gráfico 28-</b> Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a classificação da mudança de percepção com relação à tecnologia nuclear. ....	78
<b>Gráfico 29-</b> Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a justificativa para as mudanças sobre a percepção em relação à tecnologia nuclear. ....	79
<b>Gráfico 30-</b> Distribuição dos estudantes segundo a decisão sobre o que fazer com um par de luvas usado na incerteza de contaminação. ....	81
<b>Gráfico 31-</b> Distribuição dos estudantes por ano de ingresso no IPEN, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas. ....	82

<b>Gráfico 32-</b> Distribuição dos estudantes por área de formação, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.....	83
<b>Gráfico 33-</b> Distribuição dos estudantes por tipo de inserção no IPEN, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas. ....	84
<b>Gráfico 34-</b> Distribuição dos estudantes por área do IPEN onde desenvolve a pesquisa, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas. ....	85
<b>Gráfico 35-</b> Distribuição dos estudantes que trabalham ou não com amostras radioativas, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas. ....	86

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1-</b> Fatores avaliados pelo estudo. ....	18
<b>Figura 2-</b> Diagrama com frequência (F) e ordem média de evocação (OME) dos termos relacionados ao tema indutor “rejeito radioativo” com frequência mínima de evocações = 5. ....	90

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1-</b> Relação dos fatores explorados na análise. ....	46
<b>Tabela 2-</b> Categorias das evocações e número de palavras por categoria. ....	89

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	13
2.	OBJETIVOS .....	18
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
3.1.	Risco, gerenciamento e percepções de risco .....	20
3.1.1.	Risco: definições e abordagens .....	20
3.1.2.	Avaliação e gerenciamento de risco .....	23
3.1.3.	Percepções de risco .....	24
3.1.4.	Percepção de risco: tecnologia nuclear e rejeitos radioativos .....	33
3.2.	Representações sociais .....	35
3.3.	A análise conjunta da percepção de risco e as representações sociais .....	38
3.4.	Química verde: uma reflexão para a minimização de resíduos e rejeitos radioativos .....	39
4.	PERCURSO METODOLÓGICO .....	42
	Fase I – Local de pesquisa: O IPEN e seu gerenciamento de rejeitos radioativos .....	42
	Fase II- Planejamento da amostra .....	43
	Fase III– O Instrumento de Pesquisa .....	44
	Fase IV– Aplicação do Questionário – pré-teste .....	45
	Fase V – Coleta de dados .....	45
	Fase VI – Tabulação e avaliação das informações obtidas .....	46
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
5.1.	Diagnóstico inicial a partir da análise das respostas dos questionários .....	48
5.1.1.	Perfil estudantes que responderam ao questionário .....	48
5.1.2.	Resíduos sólidos e rejeitos .....	51
5.1.3.	Resíduos e rejeitos radioativos .....	61
5.1.4.	Exploração dos fatores que podem influenciar a percepção de risco dos estudantes com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas .....	82
5.1.5.	Evocação livre de palavras .....	89
5.1.6.	Desafios para realização da pesquisa e recomendações .....	95
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	96
7.	DIVULGAÇÃO DO TRABALHO .....	98

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	105
APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO SOCIAL E DAS VARIÁVEIS CONHECIMENTO, TEMPO E CONTATO E PERCEPÇÃO RE RISCO .....	107
APÊNDICE C- AGRUPAMENTO REALIZADO NAS EVOCAÇÕES E SUAS RESPECTIVAS CATEGORIAS E FREQUÊNCIAS .....	110

## APRESENTAÇÃO

As atividades produtivas e o consumo têm como invariável consequência a geração de resíduos e rejeitos e, um dos principais desafios enfrentados pela sociedade é equacionar o crescente volume desses materiais, incluindo todas as origens. Nesse sentido, é urgente a busca pela sustentabilidade do sistema, que deve contemplar gestão e gerenciamento adequados, permeando por todo o ciclo de vida dos produtos.

O desafio acima descrito despertou-me um anseio de contribuir para a busca de soluções. No último ano da graduação em Ciências Ambientais, iniciei estágio na Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), onde atuei em projetos relacionados principalmente à gestão resíduos orgânicos. Concomitantemente, desenvolvi meu trabalho de conclusão de curso relacionado à gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de São Bernardo do Campo. O estreitamento das relações com a temática, portanto, contribuiu para a decisão de seguir com as pesquisas relacionadas ao tema, especificamente com os resíduos e rejeitos radioativos. Apresento aqui os resultados da pesquisa desenvolvida no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares e a relação dos estudantes com esses materiais.

Atuar na área ambiental para mim significa ter o olhar interdisciplinar, compreender a íntima relação meio ambiente e sociedade, e foi esse o carro-chefe para o desenvolvimento da questão de investigação do presente estudo. Buscando analisar não apenas as questões técnicas relacionadas aos resíduos e rejeitos radioativos, incluindo sua gestão e gerenciamento, mas também o componente psicológico, figurado pelas representações sociais e percepção de risco, cuja avaliação conjunta pode resultar em efetivas propostas de melhor.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O problema dos resíduos e rejeitos, ou “lixo”<sup>1</sup>, como ainda é conhecido pelo senso comum, nem sempre recebeu a atenção cabível ao longo da história da civilização, os sistemas de saneamento básico em suas formas rudimentares não contemplavam a gestão de resíduos e rejeitos, e o que restava pós-consumo era lançado em vias públicas ou terrenos baldios (PINHO, 2011). Mais tarde, principalmente após a Revolução Industrial, que permitiu um aprimoramento nos sistemas de produção, a relação do ser humano com os bens de consumo foi estreitada e uma das consequências de tal advento foi o aumento na geração dos resíduos e rejeitos (PINHO, 2011).

A partir de então, a população cresceu exponencialmente, assim como o processo de urbanização. Com isso, os impactos socioambientais foram intensificados, principalmente por conta da exploração excessiva dos recursos naturais e, a partir da década de 1990, o padrão de consumo da sociedade passa a ter posição importante na questão socioambiental (PORTILHO, 2005). De acordo com esta autora, o cidadão passa a ser consumidor e, ao consumir, o indivíduo age em benefício próprio, sem que haja preocupação com os riscos de seus atos. O problema, conforme discute Besen (2006), “[...] *é uma questão mais ampla e que para alguns autores transcende às políticas ambientais para a dimensão de políticas de sustentabilidade, pois pressupõe uma transformação de estruturas e padrões que definem a produção e o consumo [...]*”. A crescente geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) é, portanto, um dos principais problemas enfrentados pela sociedade contemporânea, bem como a gestão e gerenciamento dessas milhões de toneladas produzidas diariamente. E, infelizmente, ainda hoje a situação está longe da ideal.

Diante do exposto, é notório que os resíduos e rejeitos cresceram não apenas em quantidade, mas também em diversidade, sejam eles provenientes do consumo doméstico, comercial, industrial, entre outros. A Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), traz em seu Capítulo II, Art. 3º a definição para resíduos sólidos, que são:

Materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases

---

<sup>1</sup> O termo “lixo” tem sua origem no senso comum e agrupa os materiais passíveis de reaproveitamento (resíduos) e os que não podem ser reaproveitados (rejeitos).

contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010, p. 11).

Já os rejeitos são:

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010, p.11).

Outra definição importante trazida pela PNRS é a distinção entre destinação final e disposição final ambientalmente adequadas, que são respectivamente:

Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010, p.10).

Distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010, p.10).

Já em termos da tipologia de resíduos, na Norma NBR 10.004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) os resíduos sólidos são classificados em dois grupos: Resíduos Classe I- Perigosos e Resíduos Classe II- Não Perigosos (ABNT, 2004). Dentre os resíduos considerados perigosos estão os resíduos e rejeitos radioativos<sup>2</sup>, originados na atividade nuclear.

Segundo definição da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), cuja distinção é similar à dos RSU, os resíduos radioativos são:

Qualquer substância remanescente, gerada em instalações nucleares ou radiativas, que contenha radionuclídeos<sup>3</sup> e para a qual a reutilização é possível, em conformidade com os requisitos de proteção radiológica estabelecidos pela CNEN.

Já os rejeitos radioativos são “*qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos níveis de dispensa estabelecidos pela CNEN, para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista*” (CNEN, 2015). Esses por sua vez, também são classificados de acordo com os níveis e natureza de radiação, bem

---

<sup>2</sup> Cabe destacar que a PNRS não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica (Brasil, 2010, p. 9).

<sup>3</sup>Também denominados como Radioisótopos ou Isótopos Radioativos, os radionuclídeos são isótopos instáveis de um elemento que decaem ou transmutam espontaneamente, emitindo radiação ionizante. Informação disponível em: < [http://www.cnen.gov.br/noticias/documentos/glossario\\_tecnico.pdf](http://www.cnen.gov.br/noticias/documentos/glossario_tecnico.pdf)>.

como suas meias-vidas e, segundo norma CNEN NN 8.01 sobre “Gerência de Rejeitos de baixo e médio níveis de radiação”, podem ser categorizados em classes, variando de um a três. Nesse sentido, de acordo com a Lei 6.189/1974, cabe à CNEN enquanto detentora de responsabilidade legal e exclusiva, o recolhimento, armazenamento e deposição final dos rejeitos radioativos, os quais são recolhidos e armazenados em depósitos (CNEN, 2015).

No que diz respeito à geração dos rejeitos radioativos, duas das instalações que os geram são as radiativas e as nucleares, as quais devem dispor de um plano para gerenciamento desses materiais (CNEN NN 8.01). A primeira categoria diz respeito ao “*espaço físico, local, sala, prédio ou edificação de qualquer tipo onde pessoa jurídica, legalmente constituída, utilize, produza, processe, distribua ou armazene fontes de radiação ionizante*” (CNEN NN 6.02). Já a instalação nuclear, de acordo com CNEN NE 1.04, é “*instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN.*”

Uma das principais instalações nucleares e radiativas do país é o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), situado no campus da Universidade de São Paulo. No IPEN são desenvolvidas pesquisas em diversas áreas da saúde, materiais, energia e tecnologias nucleares, dentre as quais estão as aplicações das radiações e radioisótopos, reatores nucleares, ciclo do combustível, radioproteção e dosimetria, que são importantes tecnologias para o desenvolvimento do setor. Essas pesquisas, especificamente aquelas que contemplam práticas laboratoriais, podem gerar resíduos sólidos e rejeitos, incluindo aqueles de origem química, biológica, radioativa e também os materiais descartáveis, sendo essa geração um item importante a ser considerado na etapa de formulação dos estudos e pesquisas. Dessa forma, é necessário conhecer todos os insumos utilizados, bem como considerar também suas formas de descarte.

Dentro dessa análise, um importante aspecto no planejamento das pesquisas é a avaliação de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos, incluindo todas as origens. Um dos campos da ciência dedicado a esses estudos é a Química Verde, que de acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos pode ser definida como:

Formulação de produtos e processos químicos que reduzem ou eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas. A química verde aplica-se a todo o ciclo de vida de um produto químico, incluindo seu projeto, fabricação, uso e descarte final. A química verde também é conhecida como química sustentável (USEPA, 2017, p.1).



Ou seja, não são apenas os resultados que importam, mas procedimentos que causem menores impactos. Portanto, a Química Verde traz princípios importantes e que podem ser pensados para instalações que de uma forma geral geram resíduos e rejeitos decorrentes de processos ou atividades laboratoriais, e que não necessariamente sejam reconhecidos como “laboratórios químicos”. Princípios estes, que serão usados ao longo do presente trabalho como base de reflexão para alguns resultados encontrados.

Dentro dessa perspectiva, de acordo com a Norma CNEN NN 8.01, os requisitos básicos da gerência de rejeitos radioativos incluem a minimização do volume e da atividade desses materiais e a segregação de quaisquer outros rejeitos, processo esse que deve levar em conta as seguintes características:

- a) estado físico (sólidos, líquidos ou gasosos);
- b) meia-vida (muito curta, curta ou longa);
- c) compactáveis ou não compactáveis;
- d) orgânicos e inorgânicos;
- e) biológicos (putrescíveis e patogênicos); e,
- f) outras características perigosas (explosividade, combustibilidade, inflamabilidade, corrosividade e toxicidade química).

Assim, conforme estabelecido pelas normativas que regem o gerenciamento dos rejeitos radioativos, minimização do volume e adequada segregação são fundamentais para a segura manipulação desses materiais, entretanto, como isso ocorre na prática? No caso do IPEN, de que forma os estudantes recebem instruções e treinamentos sobre o assunto e como ocorre? Há a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos, sejam eles radioativos ou não? Os espaços para armazenamento e disposição final de rejeitos radioativos são um dos desafios do setor, já que a percepção de risco pública a respeito de uma planta pode dificultar sua implantação. Com isso, qual a percepção de risco dos futuros profissionais com relação à geração desses materiais? Sendo esta última questão muito importante pois a percepção de risco é uma interpretação prática e social da realidade (PENELUC; SILVA, 2010).

De acordo com Renn (2008), a sociedade responde ao risco de acordo com suas próprias imagens do risco, e essas imagens são denominadas percepções. O autor discute que o comportamento humano é impulsionado principalmente pela percepção e não pelos fatos, ou pelo o que são entendidos como fatos pelos analistas e cientistas de risco.

Além da percepção de risco, outro aspecto importante são as representações sociais quando se refere à questão nuclear, especificamente a respeito de resíduos e rejeitos radioativos. As representações sociais são as representações de algo para alguém compartilhadas socialmente, estabelecendo que a relação sujeito-objeto vai também depender da história, cultura e contexto social no qual o indivíduo ou grupo, está inserido (ABRIC, 2001).

Partindo dessas reflexões e indagações colocadas anteriormente, foram propostas as seguintes questões norteadoras da investigação do presente estudo: Quais são as percepções de risco e representações sociais dos estudantes do IPEN com relação aos resíduos e rejeitos radioativos? Quais fatores podem influenciar essas percepções e representações? Dentre os estudantes dos diferentes centros de pesquisa, há conhecimento da diferença entre resíduos e rejeitos radioativos apresentada pela norma da CNEN?

No Brasil as pesquisas se concentram em investigar as representações sociais de moradores de determinados municípios sobre a presença de depósitos de rejeitos radioativos, como é o caso de um trabalho de mestrado realizado por Pereira (2005), cujo objetivo era verificar a percepção dos moradores em relação à instalação de uma planta do tipo. Já o trabalho de mestrado realizado por Tanimoto (2010) buscou propor um questionário para ser aplicado nos municípios candidatos à construção do repositório nacional de rejeitos radioativos, focado na questão da aceitabilidade da energia nuclear e sua associação com a gestão desse material.

Não foram encontrados trabalhos que visassem pesquisar sistematicamente a percepção de risco, de forma integrada às representações sociais, de atores sociais que atuam dentro de uma instituição como o IPEN, buscando conhecer como a instituição lida organicamente com geração e descarte dos próprios resíduos e rejeitos.

A partir do panorama descrito, a importância do presente estudo se revela, de forma a contribuir para a produção de conhecimento a respeito do tema na área, em instalações brasileiras.

## 2. OBJETIVOS

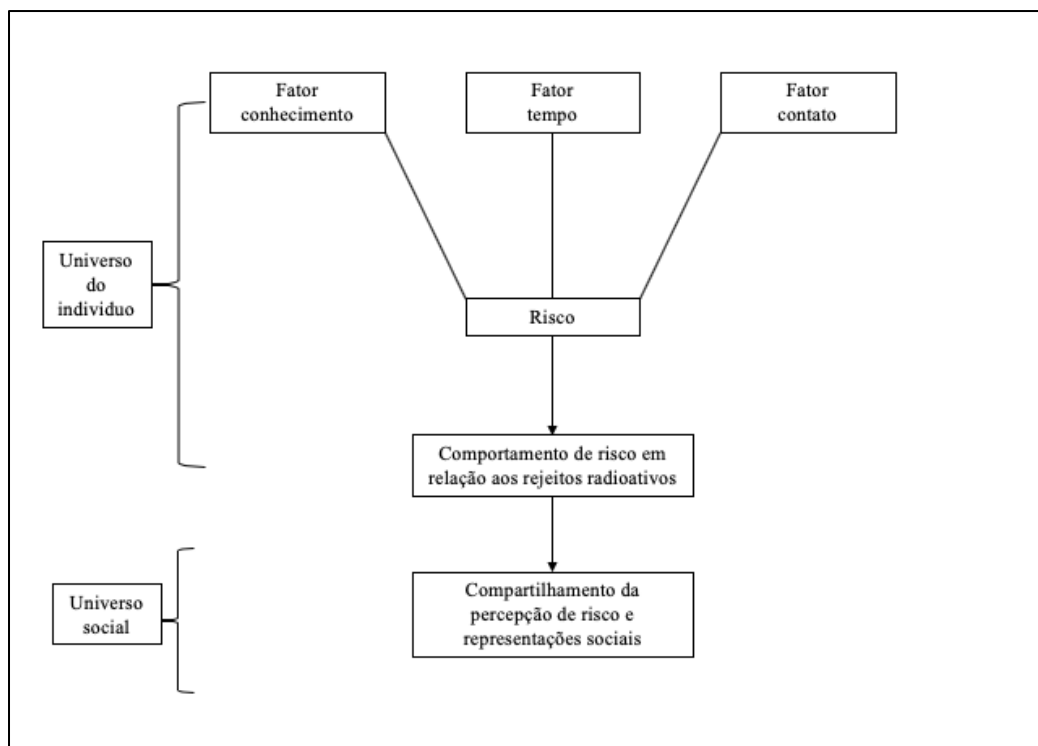
### Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo identificar, analisar e compreender a percepção de risco e representações sociais a respeito de resíduos e rejeitos radioativos entre estudantes de do IPEN.

### Objetivos específicos

- Analisar de forma descritiva os dados socioeconômicos e do conhecimento geral dos respondentes (amostras) do público pesquisado a respeito da temática.
- Compreender a percepção de risco e representações sociais com relação aos fatores tempo, conhecimento e contato sobre a percepção de risco apresentadas na Figura 1.
- Investigar a existência de possíveis subgrupos dentro das amostras com relação à percepção de risco e representações sociais.
- Identificar e analisar o núcleo central das representações sociais por meio da evocação livre de palavras.

**Figura 1-** Fatores avaliados pelo estudo.



Fonte – Elaboração própria.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Compreender como os indivíduos percebem, representam e dão sentido às suas realidades é um processo fundamental para a compreensão da relação ser humano e seu entorno socioambiental, sendo influenciado por aspectos culturais, sociais, políticos, econômicos, midiáticos, entre outros. O indivíduo recebe as diversas informações, ou seja, capta os estímulos por meio das sensações, o que constitui o início do processo de percepção (RIES; RODRIGUES, 2004). Posteriormente ocorre o processo de significação e categorização, ou seja, o indivíduo percebe os estímulos recebidos e os processa, construindo uma percepção (RIES; RODRIGUES, 2004). Nesse contexto, como um elemento formador da percepção está a representação, que permite a atribuição de significados. Trata-se de fenômenos que se relacionam de forma dinâmica e indissociável na construção da “realidade”.

Dessa forma, bem como proposto no objetivo da presente pesquisa, para conhecer, identificar, compreender e analisar a percepção de risco e representações sociais a respeito de resíduos e rejeitos radioativos entre estudantes do IPEN, foi necessário realizar uma ampla revisão bibliográfica sobre os temas abordados.

Inicialmente, buscou-se estudar as diferentes concepções apresentadas na literatura para risco, e como os principais estudiosos abordam o tema. Além disso, tendo como premissa que risco e percepção de risco são elementos distintos, foi explorada a literatura que trata das diferentes percepções de risco, com foco na percepção de risco com relação à tecnologia nuclear e aos rejeitos radioativos.

Sequencialmente, foi estudado o conceito de representações sociais e de que forma essas constituem e dão sentido à realidade de determinados grupos.

Finalmente foi abordado o conceito de Química Verde e seus princípios, fazendo um paralelo com a prevenção da geração de resíduos e rejeitos radioativos.

### 3.1. Risco, gerenciamento e percepções de risco

#### 3.1.1. Risco: definições e abordagens

O que é risco? O que é perigo? Como são percebidas e antecipadas possíveis ameaças? São perguntas que revelam as incertezas a que a sociedade está sujeita, pois viver é estar exposto às situações de perigo e risco. Todavia, enquanto hoje a humanidade se preocupa com os efeitos do aquecimento global, no passado a preocupação estava relacionada com a disseminação de doenças hoje já erradicadas. Mas, diferentemente dos antepassados, para os quais restava a aceitação de que os acidentes e ocorrências em geral eram atribuições de origem divina que poderiam ser amenizadas por orações, com o acúmulo de conhecimento a humanidade vem se munindo de ferramentas para entender e diminuir a probabilidade de ocorrências consideradas negativas ou prejudiciais.

De acordo com Jaeger et al. (2001), existem três principais diferenças entre os riscos do passado e os do presente: i) no passado, os riscos eram isolados ao local ou próximos do impacto, hoje esses são dissipados e considerados como ecossistêmicos; ii) no passado, a maioria dos riscos eram circunscritos geograficamente, hoje são, em grande parte, globais; iii) no passado, as consequências dos riscos eram analisadas do ponto de vista único do grupo, enquanto hoje há uma crescente conscientização pública dos riscos como elementos comuns em todo o mundo.

Diversos são os elementos levados em conta e as definições para risco (AVEN, 2012), os quais variam entre as áreas do conhecimento e, até o momento, não há um consenso sobre um único conceito que possa ser empregado por diferentes profissionais em diferentes campos. Uma das dificuldades que se apresenta na busca por essa definição é a distinção entre perigo e risco, traduzidos respectivamente dos termos em inglês *hazard* e *risk*. No dicionário da língua portuguesa, risco e perigo são apresentados como sinônimos, sendo o risco a possibilidade de perigo e ameaça, e o perigo uma situação de risco. Assim, um somente ocorre na presença do outro.

Scheer et al. (2014) discutem que *hazard* está associado à habilidade intrínseca de um agente ou situação causar efeitos adversos às pessoas ou ambiente, sendo que essa habilidade pode até mesmo nunca se materializar se, por exemplo, os alvos não forem expostos aos perigos. Já o termo *risk* diz respeito à probabilidade e a escala do dano de que um evento prejudicial ocorrerá, cujo fator decisivo é a ponderação da possível escala de dano com a

probabilidade de expor e o dano relacionado. Luhmann (1996) vai ao encontro de tal definição ao afirmar que o risco é caracterizado pela atribuição interna de possíveis danos. Em contrapartida, um possível dano causado pelo meio ambiente deve ser atribuído externamente e pode ser chamado de perigo.

Brüseke (2007), em referência a Luhmann (1990), afirma que o risco somente existe quando os danos resultam da própria decisão, enquanto o perigo se faz presente quando danos ou perdas têm causas que fogem do controle. Nesse contexto, o autor exemplifica que uma pessoa pode assumir o risco de morrer em virtude da alta velocidade, já que reconhece os limites impostos pela lei e, com isso, representa um perigo para pedestres e outros motoristas. Para Renn (2008), também em referência a Luhmann (1990), perigo é o que as pessoas estão expostas, risco é o que eles escolheram ousar.

Já para o sociólogo Ulrich Beck, cujos estudos são fundamentais nas discussões acerca do tema, a definição para risco apresentada em sua obra *Risk Society*<sup>4</sup> diz que se trata de uma “*forma sistemática de lidar com os perigos e inseguranças introduzidos pela própria modernização*” (BECK, 1992, p. 21). Para os autores Campbell e Currie (2006), um dos problemas dessa perspectiva é de que risco e resposta seriam iguais. Ainda dentro de sua análise, os autores fazem menção a outra definição de risco trazida por Beck, que afirma que “*os riscos, em oposição aos perigos mais antigos, são consequências relacionadas à força ameaçadora da modernização e à globalização da dúvida*”. Com isso, o risco seria o evento prejudicial em si, e não a resposta (CAMPBELL; CURRIE, 2006).

No que tange aos riscos atuais e do passado, Beck coloca que os riscos não são uma invenção da modernidade, porém, os riscos do passado eram pessoais e não globais (BECK, 1992, p. 21). Como exemplo de riscos atuais o autor cita o armazenamento de rejeitos radioativos, e o classifica como uma ameaça de destruição da vida na terra (Beck, 1992, p. 21). Além disso, discute que riscos do passado estavam relacionados à bravura e aventura (BECK, 1992, p. 21).

Segundo Aven (2012), a discussão sobre a definição de risco deve ser baseada em duas premissas. Na primeira pondera que referida definição necessita levar em conta a diferença do risco por si só e de como o risco é gerenciado. Na segunda premissa, o risco e a maneira como esse é percebido devem ser distintamente definidos. A percepção, por sua vez, inclui sentimentos sobre os eventos possíveis, as consequências desses eventos e sobre as incertezas

---

<sup>4</sup> A obra foi publicada originalmente em 1986 na Alemanha, porém, sua tradução para o inglês foi feita apenas em 1992.

e probabilidades, porém, tais sentimentos e afetos não devem fazer parte do conceito de risco quando este é usado em contextos profissionais/científicos. As diferentes conceituações para percepção de risco serão abordadas no item a seguir, entretanto, aqui cabe destacar a discussão sobre a distinção nas definições de risco e sua percepção.

Ainda nesse contexto, Campbell e Currie (2005) também ressaltam essa diferença. De acordo com os autores, Beck desconsidera essa distinção ao afirmar que: “*percepções de riscos e riscos não são coisas diferentes*”. Conforme discutem, considerando a visão de Beck equivocada, a necessidade de ponderar sobre a diferença reside no fato de que crença e verdade não são a mesma coisa.

Já Giddens (1999) diferencia o risco em dois tipos, sendo eles os riscos externos e os fabricados. No primeiro tipo, os riscos dizem respeito a eventos que podem afetar indivíduos inesperadamente, porém, acontecem regularmente o suficiente para serem previsíveis, como por exemplo desastres naturais. Já o segundo tipo refere-se ao risco criado pela própria progressão do desenvolvimento humano, especialmente pelo advento da ciência e tecnologia.

Beck por sua vez classifica a sociedade atual como sociedade de risco, e discute que houve uma ruptura dentro da modernidade que se libertou dos contornos da sociedade industrial clássica, dando espaço para a sociedade de risco (industrial) (BECK, 1992, p. 9). Segundo o autor, o desenvolvimento humano e tecnológico é sistematicamente acompanhado pela produção social de riscos e, a partir disso, a sociedade não mais se ocupa somente em tornar a natureza útil, mas também em solucionar problemas de tal desenvolvimento. Com isso, Beck afirma que na sociedade de risco, as consequências desconhecidas e não intencionais passam a ser uma força dominante na história e na sociedade.

Ainda em Beck, o autor discorre sobre o monopólio da racionalidade por parte dos especialistas, tendo como exemplo os estudos sobre a segurança dos reatores nucleares. Para ele, esses estudos se limitam a valorar determinados riscos quantificáveis no caso de acidentes prováveis (BECK, 1998, p. 35). Assim, o autor descreve a ciência como elo principal da sociedade de risco, sendo essa quem cria e traz soluções.

Ao comparar os pensamentos acerca do risco de Beck e Giddens, Alexandre (2000) discute que essas estão centradas no fato de que para Beck, a ciência é a responsável pela crescente produção de riscos sociais e ambientais, enquanto que Giddens apenas apreende o significado social de uma sociedade de produção de riscos, sem apontar soluções. Na análise de Guivant (2002), Giddens assume uma abordagem teórica que procura estabelecer um equilíbrio entre generalidades e compreensão das singularidades históricas, já Beck, possui

uma perspectiva generalista em relação à alta modernidade, à ciência e os leigos, sem significativas referências aos conflitos que os atravessam.

Na comparação entre as definições de Beck e Luhmann para risco, Renn (2008) discute que para Luhmann, os criadores de risco usam o raciocínio probabilístico para justificar e legitimar seu comportamento de assumir riscos, enquanto as vítimas - os “portadores” de risco - usam percepções de ameaça como justificativa para rejeitar os perigos. Por outro lado, Beck argumenta que os especialistas atuam dentro de uma estratégia para legitimar interesses políticos e econômicos “relativizando” as exposições de risco incalculáveis e ilimitadas.

Em termos de definições de risco, em análise realizada por Aven et al. (2011), os autores avaliaram diferentes estudos que apresentavam definições de risco, a partir dessas, definiram três categorias, que são: i) risco como um conceito baseado em eventos, consequências e incertezas; ii) risco como um conceito quantitativo modelado; e iii) descrições subjetivas de risco.

Apesar das diferentes abordagens, é inegável que a sociedade enfrenta atualmente riscos diferentes daqueles que existiam no passado e, conseqüentemente, diferentes estratégias para gerenciá-los são desenvolvidas.

### **3.1.2. Avaliação e gerenciamento de risco**

O gerenciamento de risco busca identificar, conhecer e avaliar os riscos, fornecendo elementos que auxiliam na tomada de decisão. Esses processos, embora acompanhem os seres humanos há milhares de anos, se consolidaram no campo científico há não mais do que 40 anos (AVEN, 2016). A partir de então, novos e mais sofisticados métodos de análise foram desenvolvidos e, com isso, abordagens e métodos analíticos de risco são agora usados na maioria dos setores sociais (AVEN, 2016). Como exemplo, Aven (2016) cita os grupos de especialistas que compõem a “Sociedade para Análise do Risco” (do inglês, “*Society for Risk Analysis*”<sup>5</sup>), cujas áreas de atuação incluem: Resposta à Dose, Avaliação do Risco Ecológico, Materiais Emergentes em Nanoescala, Engenharia e Infraestrutura, Avaliação da Exposição, Análise Microbiana de Riscos, Saúde e Segurança Ocupacional, Política de Risco e Direito e Segurança e Defesa.

Ainda para Aven (2016), os estudos de risco têm duas tarefas principais, (I) usar avaliação e gerenciamento de risco para estudar e tratar o risco de atividades específicas e

---

<sup>5</sup> Website da sociedade: <http://www.sra.org>



(II) realizar pesquisas relacionadas a conceitos, teorias, abordagens, princípios, métodos e modelos para entender, avaliar, caracterizar, comunicar e gerenciar/governar riscos.

Klinke e Renn (2002) propõem uma classificação de estratégias genéricas de gerenciamento de risco. Essas estratégias enfocam três grandes desafios que caracterizam o tratamento de questões de risco na sociedade: complexidade, incerteza e ambiguidade. A complexidade diz respeito à dificuldade de identificar e quantificar as relações causais entre uma multiplicidade de potenciais candidatos e efeitos adversos específicos. Já a incerteza compreende variação estatística, erros de medição, ignorância e indeterminação, que têm uma característica em comum: a incerteza reduz a força de confiança na cadeia de causa e efeito estimada. Com isso, os autores ressaltam que se a complexidade não pode ser resolvida por métodos científicos, a incerteza aumenta. Finalmente, a ambiguidade se refere à variabilidade de interpretações baseadas em observações idênticas ou avaliações de dados.

Dessa forma, é evidente que diferentes elementos devem ser considerados ao realizar uma avaliação de risco e na proposição de estratégias de gerenciamento dos mesmos.

### **3.1.3. Percepções de risco**

Visto que há diferentes tipos de definições para risco, a maneira como os indivíduos o percebem também é variável, e difere ao longo do tempo e do espaço, bem como depende do tipo de risco, o contexto em que está inserido e a personalidade do indivíduo (WACHINGER et al., 2013).

Conforme pontua Renn (2008), os estudos de percepção de risco se concentram em três principais abordagens cujos fatores moldam a experiência do risco: psicológica, sociológica e cultural.

#### Abordagem psicológica

A abordagem psicológica baseia-se no fato de que o risco percebido varia entre diferentes grupos sociais e culturais (RENN, 2008). De acordo o autor, existem quatro variáveis que contribuem para entender os fatores psicológicos na avaliação de riscos, sendo eles a atenção e seleção de filtros, heurística cognitiva, estudos psicométricos e imagens semânticas.

- Atenção e seleção de filtros

A maioria dos riscos enfrentados pela sociedade moderna não são experienciados pelos sentidos humanos, mas sim aprendidos por meio da comunicação (RENN,

2008). Ao fazer um paralelo com a tecnologia nuclear e os rejeitos radioativos, os perigos associados possivelmente não chamariam atenção da sociedade a não ser pelos meios de comunicação. Com isso, o processamento das informações de risco é baseado na habilidade e motivação, sendo a primeira relacionada com a possibilidade física de o indivíduo receber a informação sem distração e a segunda com o interesse em processá-la.

- Heurística cognitiva

Uma vez recebida, a informação é processada pelos mecanismos do senso comum, os quais auxiliam o receptor a fazer inferências em um processo denominado heurística intuitiva (RENN, 2008). Esse por sua vez é particularmente importante para a percepção de risco, já que está relacionada com os mecanismos de processamento das informações probabilísticas (RENN, 2008). O autor discute alguns princípios básicos relacionadas a esse fator a partir dos quais é possível fazer um paralelo com a tecnologia nuclear e a percepção de risco associada. O primeiro diz respeito à avaliação da exposição e perigo em detrimento à probabilidade de danos, considerada pelo autor como o principal fator para rejeitar a subestimação de informações sobre risco (RENN, 2008). Um indivíduo normalmente conclui que, na presença de um agente de risco possivelmente causador de danos, como por exemplo câncer, qualquer doença que uma pessoa exposta ao risco sofra tem sua causa associada ao agente de risco. Em outras palavras, qualquer exposição é considerada negativa, e evitá-la é o mais prudente. Com isso, a tecnologia nuclear, mais especificamente os rejeitos radioativos oriundos da manipulação de materiais radioativos, são usualmente considerados como um fator de risco e, assim, evitá-la é o mais sensato a ser feito. Outro exemplo de princípio básico, e que difere da perspectiva de risco dos especialistas, é o entendimento do público de incerteza. A distinção feita pelos especialistas ao realizar uma avaliação de risco, que se baseia em intervalos de confiança ou outras formas de caracterização de incerteza, não se reflete nos estudos de percepção de risco, ou seja, especialistas e público em geral utilizarão critérios diferentes para avaliar um determinado risco (RENN, 2008).

Dentro dessa perspectiva, ao se avaliar referidos estudos para a temática nuclear, é possível constatar que isso também ocorre, o que permite questionar qual a percepção de risco dos futuros especialistas, representados aqui pelos estudantes do IPEN, os quais serão potenciais comunicadores de risco.

Nesse contexto, Renn (2008) elenca quatro vieses intuitivos da percepção de risco:

- Disponibilidade: Os eventos mais prontamente lembrados pelas pessoas são considerados mais prováveis.
  - Efeito âncora: As probabilidades são estimadas de acordo com a plausibilidade das relações contextuais entre causa e efeito, mas não de acordo com o conhecimento das frequências estatísticas ou distribuições (as pessoas irão ancorar a informação que for pessoalmente significativa).
  - Representação: Experiências pessoais são consideradas mais típicas do que experiências de terceiros.
  - Divergência cognitiva: As informações que se referem ao que é desconhecido, ou seja, que desafiam probabilidades percebidas, ou serão ignoradas ou subestimadas.
- Estudos psicométricos

O paradigma psicométrico expande os fatores que influenciam a percepção de risco para além dos aspectos probabilísticos de ganhos e perdas, conceituando o risco como uma estimativa subjetiva de medos ou expectativas individuais sobre as consequências indesejadas de uma ação ou evento (RENN, 1992). Conforme aponta Slovic (2010), um dos principais autores dos estudos psicométricos e cujos trabalhos evidenciaram o tema, tal paradigma considera que uma ampla gama de fatores psicológicos, sociais, institucionais e culturais influenciam a percepção de risco, bem como assume que com apropriadas ferramentas de pesquisa, diversos desses fatores e suas inter-relações podem ser quantificados e identificados.

De acordo com Jaeger et al. (2001), o julgamento do risco a partir de sua natureza e magnitude é feito a partir de quatro perspectivas:

- Concentra-se nas preferências pessoais por probabilidades e busca explicar por que os indivíduos não baseiam seus julgamentos de risco nos valores esperados. Nesse contexto, as pesquisas psicométricas demonstram que, embora os especialistas definam o risco em seus aspectos técnicos, o público tem um julgamento mais complexo que envolve potencial catastrófico e controle.

- Alguns estudos de percepção de probabilidades na tomada de decisões demonstraram que há diversos vieses na habilidade das pessoas fazerem inferências a partir de informações probabilísticas.
- Estudos têm demonstrado a importância das variáveis contextuais para determinar estimativas e avaliações dos riscos individuais, considerando número esperado de fatalidades ou perdas, potencial catastrófico, características situacionais e crenças associadas com a causa do risco.
- Além das variáveis contextuais, os estudos demonstram que o risco tem significados variados em diferentes contextos.

A perspectiva psicométrica do risco, portanto, inclui todos os efeitos indesejáveis que as pessoas associam à uma causa específica (JAEGER et al., 2001). Conforme discutido pelo autor, os indivíduos respondem de acordo com suas percepções de risco, e não de acordo com uma avaliação científica desse risco. Com isso, ao julgar um risco, um elemento importante são as crenças que as pessoas têm sobre a probabilidade de perdas ou danos.

De acordo com Lupton (1999), a análise psicométrica tende a reduzir os significados e comportamentos associados à percepção e avaliação de risco em um nível individual, sem considerar os significados simbólicos que os indivíduos atribuem às coisas e eventos, os quais são um produto do mundo social. Dessa forma, a percepção limita-se à visão de mundo por meio dos sentidos e funcionamento do cérebro, não reconhecendo o papel das influências culturais e sociais no julgamento do risco (LUPTON, 1999).

- **Imagens semânticas**

Segundo Renn (2008), as pessoas constroem suas próprias realidades e avaliam os riscos de acordo com suas percepções subjetivas. Esse tipo de percepção de risco intuitiva se baseia em como a informação sobre a fonte de risco é comunicada e nos mecanismos psicológicos para processar a incerteza e as características contextuais. Esse processo mental resulta no risco percebido. O autor discute que estudos demonstraram padrões de percepção que variam de acordo com o contexto, denominadas imagens semânticas de risco. As cinco imagens semânticas da percepção de risco são: perigo pendente, golpe do destino, emoção pessoal, aposta e indicador de perigo traiçoeiro.

A abordagem psicológica torna possível o avanço dos estudos acerca da percepção do risco, trazendo elementos importantes para avaliar como as pessoas avaliam o risco (RENN, 2008). Entretanto, na visão do autor, elementos sociais e culturais também influenciam na percepção de risco, os quais são desconsiderados nessa abordagem. Assim, as influências históricas, sociais e culturais estão, em parte, desencadeando a atribuição de imagens semânticas e características qualitativas a situações, atividades ou eventos específicos com resultados incertos, e influenciam parcialmente o processo de formação de opinião e julgamento de maneira direta (RENN, 2008).

#### Abordagem sociológica e cultural

Na abordagem sociológica, de acordo com Hannigan (2006) (*apud* DI GIULIO et al., 2015), as principais correntes na sociologia do risco seguem três perspectivas. Na primeira, busca-se compreender como as percepções de risco diferem entre as populações que enfrentam diferentes oportunidades de vida e se as escolhas estão relacionadas com as diferenças de poder entre os atores sociais (DI GIULIO et al., 2015). Na segunda, há a busca por um modelo que traz um novo conceito para o problema da percepção de risco levando em conta o contexto social no qual as percepções humanas são formadas (DI GIULIO et al., 2015). Assim, segundo os autores, a percepção individual é afetada por influências primárias (amigos, família e colegas de trabalho) e influências secundárias (figuras públicas e mídia de massa) que funcionam como filtros na difusão de informações na comunidade. Na terceira perspectiva, os riscos, principalmente os tecnológicos, foram conceituados como componentes de sistemas organizacionais complexos (DI GIULIO et al., 2015). Ou seja, bem como pontua Di Giulio et al., (2015), os riscos são inerentes ao artefato tecnológico.

Renn (1992), classifica também a abordagem sociológica em duas dimensões, sendo elas: i. individualista versus estrutural, a qual avalia se o risco é explicado por intenções individuais ou por arranjos organizacionais e ii. objetiva (ou realista) versus construtivista, as quais diferem em suas considerações sobre a natureza do risco e suas manifestações. Nos conceitos objetivos, os riscos e suas manifestações são reais e observáveis, enquanto para os conceitos construtivistas, os riscos e suas manifestações são artefatos sociais, fabricados por grupos ou instituições sociais.

Ainda na análise de Renn (1992), a inclusão das experiências sociais do risco pela abordagem sociológica preenche uma lacuna deixada pelas demais perspectivas descritas,

porém, há ressalvas. O resultado de uma análise sociológica é, ao menos em partes, predeterminado pelo conceito teórico na qual referida análise está baseada. Com isso, os atores sociais geralmente selecionam a perspectiva que melhor serve a seus interesses.

Finalmente, a abordagem cultural segundo Di Giulio et al., (2015 p. 1221) caracteriza-se pela:

Ênfase no caráter cultural de todas as definições de risco, o que leva à diluição das diferenças entre leigos e peritos e a uma diferenciação de pluralidade de racionalidade dos atores sociais na forma de lidar com os riscos.

Mary Douglas, antropóloga cujos estudos são a base para a abordagem cultural do risco, discute que a pesquisa da percepção do risco baseada no modelo cultural busca descobrir quais as diferentes características da vida social que provocam diferentes respostas ao perigo (DOUGLAS; WILDAVSKY, 1982).

Renn (2008), dentro das abordagens sociológica e cultural, apresenta os fatores sociais e culturais mais proeminentes para análise do risco. O primeiro diz respeito aos valores, os quais são fortemente enraizados em um contexto cultural específico de crenças, normas e convicções morais, e fornecem orientações para o julgamento e direcionamento para comportamentos (RENN, 2008). No que diz respeito à tecnologia e às posições assumidas por indivíduos frente a ela, os valores são elementos fundamentais para entender essa relação. O autor ressalta que algumas pessoas consideram as questões econômicas bastante importantes, e evidenciam o lado positivo da tecnologia nesse contexto. Outras se preocupam com as questões ambientais envolvidas com o desenvolvimento tecnológico, o que revela uma visão mais negativa.

Ainda na análise de Renn (2008), existem quatro grupos nos quais estão inseridos os valores. i) valores tradicionais, como o patriotismo e status social, que têm como função a identificação cultural; ii) ética de trabalho, como diligência e pontualidade, que tem como função a funcionalidade e eficiência; iii) valores hedonistas, como consumo e diversão, que têm como função o incentivo e motivação; e iv) valores pós-materialistas, como responsabilidade social e qualidade ambiental, que têm como função a legitimação moral e compromisso cultural. Nesse contexto, conforme discute Renn (2008), os valores atuam como filtros de seleção e atenção e adicionam emoções ao processamento e à ponderação de informações conflitantes sobre os riscos.

Já no fator cultural da percepção de risco, ressalta-se a ênfase no caráter cultural das definições de risco, o que leva à diluição das diferenças de percepção dos leigos e dos

especialistas (DI GIULIO et al., 2015). A autora discute que uma significativa diferença entre esses grupos é que os leigos, ao avaliarem os riscos, consideram seus compromissos morais, e os colocam como argumentos de forma explícita e proeminente (DOUGLAS; WILDAVSKY, 1982). Conforme análise de Di Giulio et al. (2015), para esse fator, a cultura media a ação e a estrutura, olhar e construção simbólica do significado do discurso, e busca compreender os riscos como experiências personificadas.

O terceiro fator diz respeito à confiança institucional e credibilidade. Nesse, além de fatores culturais na modelagem de respostas a riscos, há a investigação sobre o papel das redes sociais e dos julgamentos de grupos de especialistas (RENN, 2008). A maior parte das informações sobre risco não é aprendida por meio da experiência e dos sentidos pessoais, mas por meio da aprendizagem com terceiros e, com isso, a confiança no desempenho institucional tem sido uma grande chave para as respostas aos riscos (RENN, 2008).

Outro fator relevante é a influência da mídia, a qual influencia muitas das crenças sobre os riscos e fontes de riscos percebidas pela sociedade (RENN, 2008). Na transmissão de informações, Renn (2008) discute que os meios de comunicação desempenham dois papéis: primeiro, as informações são coletadas de fontes primárias e processadas, aplicando regras profissionais e institucionais para seleção e interpretação das mensagens recebidas; sequencialmente, as informações são transmitidas. Nesse processo, a recodificação de mensagens envolve mudanças conscientes ou inconscientes do material original (RENN, 2008). O autor ressalta que a mídia reflete valores individuais internalizados, regras organizacionais e expectativas externas. Depende da questão em si, do contexto institucional e da relevância política da questão.

O quinto fator é caracterizado como a arena social do risco (RENN, 2008). Segundo Renn (2008), somado aos valores culturais, confiança e comunicação de outros sobre a formação de percepções de risco, o debate de risco também influencia a forma como as pessoas avaliam os riscos. A redução do risco é, portanto, apenas um dos objetivos dentro dos debates sobre risco, os quais ocorrem em diferentes contextos políticos. Em abordagem metafórica, Renn caracteriza os conflitos sociais relacionados a esses debates:

Luta entre vários atores em uma arena controlada por uma agência de controle (geralmente uma instituição governamental) e observada por "críticos teatrais" profissionais (mídia) que interpretam as ações e transmitem seus relatórios para um público maior (RENN, 2008, p. 130).

Dessa forma, Renn (2008) aponta que os debates sobre riscos se concentram em duas questões: o que é um nível aceitável de risco e como os riscos e benefícios são distribuídos na sociedade? Todos os grupos sociais que sentem que seus interesses ou valores são afetados podem ser obrigados a entrar na arena. O sucesso na arena do risco depende da capacidade dos atores sociais de mobilizar recursos.

O sexto fator está relacionado com a abordagem de modernização reflexiva que, segundo Di Giulio et al. (2015), busca aproximar os fatores psicológicos e socioculturais na análise da percepção de risco. Em análise de Renn (2008), o conceito de modernização reflexiva, abordado nos estudos de Giddens e Beck, refere-se às consequências da modernidade: individualização, pluralização de conhecimento e de padrões morais e globalização (incluindo comércio mundial, produção e consumo, comunicação e visões culturais de mundo). Dessa forma, a meta-racionalidade da modernidade (ou seja, racionalidade instrumental, eficiência, justiça através do crescimento econômico e melhoria constante das condições de vida individuais através do progresso científico e técnico) perdeu o seu poder legitimador.

Ainda em Renn (2008) na análise dos estudos de referidos autores, o poder integrador da ciência para resolver os conflitos sociais diminuiu com o tempo e a pluralidade de conhecimento levou a uma crescente irritação do público. Giddens (1991) discute a relação da ciência e conhecimento com a certeza. Para o autor, nada é certo e não é possível estar seguro de que qualquer elemento dado pelo conhecimento não será revisado, ou seja, “*no coração do mundo da ciência sólida, a modernidade vagueia livre*” (GIDDENS, 1991, p. 40). Entretanto, e bem como discutido anteriormente, Giddens e Beck discordam sobre o papel dos profissionais de risco poderiam desempenhar nessa situação (RENN, 2008). Por um lado, Beck afirma que os profissionais do risco na ciência e no governo subestimam as ameaças reais e se baseiam em métodos para legitimar a exposição da sociedade aos riscos (RENN, 2008). Indo de encontro a esse posicionamento, Giddens discute que uma abordagem reflexiva na realização de análises de risco, sendo ela interdisciplinar, inclusiva e integrativa, constitui a única solução viável para superar o atual estágio de confusão e irritação (RENN, 2008). Por outro lado, os autores concordam que as questões de risco se tornaram campos de batalha para conflitos substanciais sobre alocação de recursos, justiça social e desenvolvimento econômico futuro (RENN, 2008).

Ao relacionar a modernização reflexiva com a percepção de risco, Renn (2008) aponta que a maior parte dos indivíduos rejeita uma visão de mundo em que o conhecimento



e os julgamentos morais sejam arbitrários. Assim, em virtude dos diferentes estilos de vida e sistemas de valores, buscam âncoras mentais que lhes proporcionem uma sensação de segurança e estabilidade, as quais podem ser crenças religiosas ou confiança em grupos de referência (RENN, 2008).

Outro fator diz respeito à amplificação social do risco, a qual, segundo Kasperson et al. (1988), denota o fenômeno pelo qual os processos de informação, as estruturas institucionais, o comportamento do grupo social e as respostas individuais moldam a experiência social do risco, contribuindo assim para as consequências do risco. De acordo com o autor, o sistema de informações amplifica o risco de forma análoga a um receptor de um aparelho de som de duas formas: i) intensificando ou enfraquecendo sinais que são parte da informação que indivíduos e grupos sociais recebem sobre o risco; ii) filtrando a multiplicidade de sinais em relação aos atributos do risco e sua importância. Ainda em Kasperson et al. (1988), os sinais advêm de experiências pessoais com um objeto ou situação de risco ou por informações sobre ele, sendo processados por “estações” de amplificação social que incluem: cientistas, instituições de gerenciamento de risco, meios de comunicação, organizações sociais ativistas, políticos e agências públicas. De acordo com Renn (2008), a amplificação social do risco garante uma visão holística do processo de percepção de risco e considera aspectos psicológicos, sociológicos e culturais.

Finalmente, tem-se o fator que trata da fenomenologia, a qual faz uma aproximação dos aspectos psicológicos e socioculturais (DI GIULIO et al., 2015). De acordo com Marandola Junior (2008), riscos e perigos são fenômenos, o que lhes confere uma constituição fenomenológica, existindo no plano perceptivo e experiencial. O autor discute que riscos e perigos possuem uma dimensão material e apresentam manifestação física que interfere em uma organização espacial. Também possuem uma dimensão sociocultural, o que permite atribuir valores (MARANDOLA JUNIOR, 2008). Assim, a percepção seria uma resposta dos sentidos do indivíduo aos estímulos emitidos pelo entorno (DI GIULIO et al., 2015).

No presente trabalho, o conceito de risco é entendido como um fenômeno e, portanto, os fenômenos experienciados pelos indivíduos, conforme discute Di Giulio et al. (2015), estão relacionados com suas histórias de vida, relações sociais, crenças religiosas e formação acadêmica, elementos esses que interferem na percepção de risco. Esse risco é real e também fruto de uma construção social, e se dá a partir de experiências de prejuízos que envolvem danos ao meio ambiente e à sociedade (DI GIULIO, 2010).

### 3.1.4. Percepção de risco: tecnologia nuclear e rejeitos radioativos

O que vem à mente quando se pensa na tecnologia nuclear? Medicina nuclear, raio x, bomba, destruição? Ao analisar o desenvolvimento do conhecimento científico acerca dessa tecnologia é possível constatar que os avanços em áreas importantes da sociedade foram alcançados, especialmente para a saúde. Entretanto, eventos históricos como os bombardeios nas cidades de Hiroshima e Nagasaki em 1945, o desastre<sup>6</sup> nuclear de Chernobyl, ocorrido em 1986, o desastre radiológico de Goiânia em 1987 (FERREIRA; SOARES, 2012) e o desastre nuclear de Fukushima em 2011 tornaram a associação com risco recorrente.

Paul Slovic, em sua obra *“The Perception of Risk”* (2000), discute duas importantes generalizações obtidas a partir de pesquisas relacionadas à percepção de risco sobre radiação. A primeira afirma que não há percepção uniforme ou consistente dos riscos de radiação e, dessa forma, a percepção pública e aceitação são determinadas pelo contexto em que a radiação é utilizada. Na segunda generalização, em todos os contextos de uso, com exceção das armas nucleares, as percepções do público sobre o risco de radiação diferem das avaliações da maioria dos especialistas sobre seus efeitos. Segundo Slovic, em alguns casos, o público percebe os riscos como sendo muito maiores do que os especialistas. Já em outros, o público está menos preocupado do que os especialistas acreditam que deveria estar. Embora as diferenças entre as percepções de leigos e especialistas não possam ser atribuídas de forma simples ao grau de conhecimento, fica claro que é necessária uma melhor informação e educação sobre a radiação e suas consequências.

Nesse sentido, Slovic (2000) destaca que os acidentes nucleares, os rejeitos radioativos e testes de armas nucleares são os principais elementos da percepção de risco com relação à tecnologia nuclear, sendo esta considerada incontrolável, terrível, catastrófica, letal e injusta na distribuição de riscos e benefícios. Em análise de estudos mais recentes sobre o tema, o autor aponta que a energia nuclear e rejeito radioativo são percebidos como extremamente altos em risco e baixos em benefício para a sociedade, enquanto os raios-X são percebidos como muito benéficos e de baixo risco. Indo além na análise, Slovic (2000) afirma que a percepção de risco associada aos rejeitos radioativos é ainda mais negativa do que aquela relacionada à energia nuclear. O autor exemplifica que em estudo realizado em

---

<sup>6</sup> Optou-se por utilizar a palavra desastre pois essa compreende danos severos, cujas perdas afetam a vida humana de tal forma que a estrutura social é afetada. Essa utilização se deu em substituição à palavra acidente, cujos efeitos são muito limitados (Lourenço, 2001).

Phoenix, Arizona, ao serem solicitados a declarar imagens que vinham à mente quando ouviram a frase “instalação subterrânea de armazenamento de rejeito radioativo”, uma parcela significativa dos indivíduos entrevistados pensou em algo assustador ou problemático. Apesar de os especialistas afirmarem que a disposição de rejeitos radioativos é um processo seguro e eficiente, a discrepância entre essa visão e a imagem de risco que vem à mente das pessoas permanece (SLOVIC, 2000).

Uma característica importante dos estudos de percepção de risco envolvendo não apenas radiação, mas também agentes químicos é a associação com doenças, destacando-se o câncer (SLOVIC, 2000). Este autor aponta estudos que mostraram uma alta porcentagem (60 a 75%) de pessoas que acreditam que, se uma pessoa é exposta a uma substância química que pode causar câncer, essa pessoa provavelmente terá câncer algum dia. Uma porcentagem similar de pessoas acredita que exposições à radiação potencialmente causará câncer em algum momento Slovic (2000).

No que se refere à divergência de percepção dos especialistas e do público leigo, Slovic (2000) discute baseado em diversos estudos que, para o primeiro grupo, os riscos da energia nuclear e dos rejeitos radioativos são moderados e aceitáveis, enquanto que para o segundo grupo, são riscos extremos e inaceitáveis. No caso dos Raios-X, para os especialistas o risco é baixo a moderado e aceitável, enquanto que para o público leigo, são riscos muito baixos e aceitáveis (SLOVIC, 2000). Já para armas nucleares, o primeiro grupo considera um risco moderado a extremo, porém, há tolerância, e o segundo grupo considera o risco extremo, porém, tolerável. O autor afirma que tal discrepância está relacionada com a confiança nos gerenciadores do risco e percepção dos benefícios diretos oriundos do objeto de risco. No caso do raio-X, há confiança nos médicos e os benefícios são considerados. Por outro lado, os gerenciadores da energia nuclear são menos confiáveis e os benefícios dessas tecnologias não são muito apreciados, por isso seus riscos são menos aceitáveis. No caso das armas nucleares, altos riscos são tolerados devido à necessidade percebida (e provavelmente também porque as pessoas não têm conhecimento sobre como intervir em questões de segurança militar, porém, têm conhecimento e oportunidades para intervir na gestão da energia nuclear).

Em estudo realizado por Lennart Sjöberg em 1999, o autor discute que especialistas e público discordam frequentemente quando se trata de avaliação de risco, indicando falta de confiança da sociedade nos técnicos e órgãos governamentais. Segundo Sjöberg, a noção de que as pessoas reagem de maneira altamente emocional e não racional, é rejeitada, e que

possíveis respostas estão relacionadas com as condições para avaliação de risco e dinâmica cognitiva. Como uma abordagem para lidar com os conflitos sociais e risco político é a presença de um “*ombudsman*”, que é um representante do povo e por ele indicado. Com isso, o representante poderia ser responsabilizado por inspecionar usinas elétricas e outras instalações, a fim de ordenar programas de segurança melhorados e, em casos extremos de extrema necessidade, ordenar o desligamento, permanente ou temporário, de usinas nucleares e outras instalações.

Dada a importância da percepção de risco e as diferentes percepções de especialistas e leigos, Slovic (2000) discute a importância da comunicação de risco para educar e informar as pessoas sobre o assunto. A partir de técnicas como entrevistas, é possível conhecer as representações detalhadas do conhecimento e das crenças de uma pessoa sobre um perigo e suas consequências.

Um outro estudo realizado por Sjöberg (2006b) teve como objetivo descrever as tendências entre 2001 e 2005 em termos de intenção política, percepção de risco, confiança<sup>7</sup> e posicionamento com relação a instalação de um depósito final de combustível nuclear (SJÖBERG, 2006b). Para isso, foram realizadas entrevistas por meio de questionários enviados por correio para uma amostra aleatória de 2000 pessoas, com índice de resposta de 50%. Um dos principais resultados da pesquisa, foi que houve posicionamento substancialmente mais positivo em 2005 do que em 2001, após um período de intervenção. Ou seja, proporcionar uma reflexão com a comunidade colaborou para diminuir a percepção de risco com relação à instalação do repositório.

### **3.2. Representações sociais**

Além da percepção de risco, outro estudo importante para a análise da compreensão e difusão de conceitos por determinados grupos são as representações sociais, cujo entendimento e compartilhamento mudaram ao longo do tempo, uma vez que foram se transformando e acumulando os modos de produzir conhecimento a respeito do tema. Nessa trajetória de desenvolvimento descobriu-se que a representação, assim como a percepção, pode ser estudada do ponto de vista tanto intra-psíquico, que se dá no universo individual,

---

<sup>7</sup> O termo confiança foi utilizado como a suposição que se realiza sobre o comportamento futuro do outro, no sentido de tratar-se de uma convicção segundo a qual o indivíduo será capaz de agir de uma certa maneira perante uma determinada situação (Giddens, 1991). Portanto, pode ser reforçada ou diminuída mediante as ações do outro.

quanto inter-psíquico, no universo entre indivíduos ou em um grupo, revelando também tensões nas relações entre o sujeito e o outro, e que muito contribuem na construção do “real” (SANTOS, 1994).

O conceito de representações sociais, presente nas ciências sociais e na psicologia social, foi abordado primeiramente pelo psicólogo social Serge Moscovici (Moscovici, 1978), que apresentou uma nova abordagem ao conceito das “representações coletivas<sup>8</sup>”, proposto por Émile Durkheim (1967). De acordo com Moscovici (1979, p. 18):

A representação social é um corpus de conhecimento organizado e uma das atividades psíquicas pelas quais os homens tornam inteligível a realidade física e social, são integrados em um grupo ou em uma relação de troca diária, liberam os poderes de sua imaginação.

Sá (1996) afirma que a representação social é “*tanto um conjunto de fenômenos quanto o conceito que os engloba e a teoria construída para explicá-los, definindo um vasto campo de estudos psicossociológicos*”. Jodelet (2001, p. 22), define a representação social como “*uma forma de conhecimento, socialmente elaborada e partilhada, com um objetivo prático, e que contribui para a construção de uma realidade comum a um conjunto social*”. Nesse sentido, a Teoria da Representação Social é, portanto, uma teoria sócio psicológica que busca estudar o conteúdo e a produção do senso comum e como isso contribui na interpretação do mundo e aos sentidos que são atribuídos a esse mundo.

Na busca de explicações para a estrutura das representações sociais, Abric propôs a Teoria do Núcleo Central, uma abordagem estrutural utilizada atualmente no estudo das representações sociais (WACHELKE; WOLTER, 2011). Nessa abordagem, as representações sociais seriam regidas por dois principais componentes, o núcleo central e o sistema periférico (ABRIC, 2001), os quais desempenham diferentes papéis. O primeiro diz respeito ao núcleo central das representações, diretamente relacionado e determinado por condições históricas, sociológicas e ideológicas e, dessa forma, marcado pela memória coletiva do grupo ou sistema de regras a que se refere.

Já o segundo componente é sensível à mudanças e determinado pelas condições e contextos imediatos. Assim, é necessário levar em consideração esses dois aspectos, pois, segundo Sá (1996) não basta inferir tais representações a partir do discurso, é necessário

---

<sup>8</sup> Forma com que um coletivo ou um grupo pensa em suas relações com os objetos que os afetam (Durkheim, 1898).

relacionar esses dados com os que provêm da investigação das práticas vigentes do grupo estudado.

De acordo com Reigota (1995), compreender as representações sociais de diferentes grupos é primordial para a busca de soluções dos problemas ambientais (REIGOTA, 1995). Trata-se de “*compreender qualitativamente melhor sobre as questões que um determinado grupo pretende estudar e onde pretende atuar*” (REIGOTA, 1995). Ou seja, conhecer a representação de algo para alguém pode ser um passo importante para a busca de soluções de problemas ou aprimoramento de processos.

Dentro desse contexto, ao se analisar as representações sociais com relação à tecnologia nuclear nota-se a influência de elementos históricos que moldam a maneira como a sociedade a percebe e a representa. Portelli (2017) discute o impacto do acidente de Chernobyl no estabelecimento da representação social da tecnologia nuclear, destacando que esse evento histórico foi um divisor de águas para como a sociedade percebe e representa a tecnologia nuclear. Entretanto, os estudos buscam conhecer e interpretar as representações sociais com relação à radioatividade ou energia nuclear de uma forma geral, como por exemplo, Farias e Fávaro (2011) que discutem as representações sociais de estudantes da Universidade de São Paulo sobre a energia nuclear como uma alternativa às demais fontes energéticas, e concluem que o grupo considera, apesar do perigo, a referida fonte como viável na diversificação da matriz energética, por emitirem menos gases do efeito estufa.

Já Železnik et al. (2016) avaliaram as representações e a percepção de risco do público leigo sobre radiação ionizante a partir da abordagem de modelos mentais em quatro países, sendo eles França, Polônia, Romênia e Eslovênia. Os autores discutem que, coletivamente, os membros do público leigo (independentemente da sua formação) possuem conhecimento não negligenciável sobre o tópico do risco de radiação ionizante, e mantêm opiniões fortes sobre conceitos relacionados. O entendimento mútuo entre especialistas e cidadãos potencialmente afetados pode ser um caminho crítico para a construção de uma cultura de risco compartilhada e efetiva. Dessa forma, à medida que as aplicações da radiação ionizante se desenvolvem, à medida que menos acidentes ocorrem, como as instituições e a mídia relatam e comunicam, o público leigo forma suas próprias representações e percepção dos riscos e benefícios relacionados à radiação ionizante.

Percebe-se, portanto, que os estudos são centrados em avaliar as representações sociais do público leigo com relação à tecnologia nuclear, assim como ocorre com a percepção de risco. Porém, quais seriam as representações sociais de futuros especialistas?

Assim como apresentado anteriormente, o rejeito radioativo é um dos principais elementos quando se trata de percepção de risco, especialmente por conta das instalações para seu armazenamento, e sua minimização é algo importante a ser considerado nesse sentido. Dessa forma, qual seria a estrutura das representações sociais de estudantes quanto à geração desses materiais? São perguntas cuja análise pode ser de grande valia para mudança de comportamentos e formação de possíveis comunicadores de risco mais preparados para dialogar com a população.

### **3.3. A análise conjunta da percepção de risco e as representações sociais**

Apesar de a percepção e a representação serem fenômenos descritos separadamente, para fins didáticos, sua ocorrência é simultânea. Ou seja, os estímulos são captados por meio da percepção e cria-se então uma representação em torno do objeto ou situação, que pode ser diferente para diferentes indivíduos e/ou compartilhada de diferentes formas entre diferentes grupos. Em estudo realizado por Dictoro et al. (2016), os autores avaliaram conjuntamente os dois processos com vistas à relação humana com a água, e refletem que as diferentes representações e suas respectivas percepções tornam-se fundamentais para fornecer subsídios à sensibilização ambiental.

Já Risso (2012) avaliou a percepção ambiental e as representações de indivíduos da etnia Apurinã em relação ao seu território, tendo utilizado para isso o método de mapas mentais. Em seus resultados a autora indica que os ícones mais representados nestes mapas mentais foram as árvores e as casas da aldeia, e discute que isso revelou a importância da conservação florestal para os povos da região amazônica, uma vez que dela retiram os recursos necessários para a sobrevivência, além dos saberes tradicionais associados a biodiversidade. Por sua vez, Silva et al. (2016) estudaram a percepção ambiental e as representações sociais a respeito da balneabilidade de praias de São Luís e São José de Ribamar, no estado do Maranhão, tendo empregado o método de entrevistas semiestruturadas. Os autores utilizaram também a técnica de observação participante, com a qual buscaram avaliar as condições ambientais da praia e observar as atitudes do entrevistado antes da entrevista, a fim de identificar possíveis contradições entre suas práticas e a sua fala. Os autores discutem que existe a percepção de que índices de balneabilidade impróprios afetam as áreas avaliadas, e surgiram propostas que podem contribuir para a gestão ambiental

e a implementação de políticas públicas como eficiência na fiscalização e penalização e a reestruturação da rede de esgotos e seu tratamento.

Diante do exposto é evidente que a análise e interpretação da percepção e representações pode ser complementar, e sua condução pode trazer elementos importantes para o estudo das relações do ser humano e seu entorno. E ao realizar tal análise, o presente estudo buscou elementos que pudessem identificar formas de aprimorar o gerenciamento de rejeitos radioativos no IPEN.

### **3.4. Química verde: uma reflexão para a minimização de resíduos e rejeitos radioativos**

Um dos campos das ciências que se dedica aos estudos da minimização de impactos oriundos da extração de matéria-prima para síntese de materiais utilizados pelo homem em processos químicos é a Química Verde. De acordo com a Agência de Proteção Ambiental Americana (do inglês, *USEPA*), o que difere a química verde do controle de poluição, ou remediação, é que a primeira reduz a poluição em sua origem, minimizando ou eliminando os riscos de matérias-primas, reagentes, solventes e produtos químicos, enquanto a segunda envolve o tratamento de fluxos de resíduos (conhecido pelo termo em inglês *end-of-the-pipe*). A remediação busca separar produtos químicos perigosos de outros materiais, tratando-os para que não sejam mais perigosos e possam ter um descarte seguro. Assim, enquanto a remediação remove materiais perigosos do meio ambiente, a química verde os mantém fora desse ambiente.

De acordo com a USEPA, a química verde possui 12 princípios, os quais demonstram a abrangência de seu conceito, sendo eles:

- Prevenção: é melhor prevenir a formação de resíduos do que os tratar posteriormente.
- Economia Atômica: os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados.
- Sínteses com Reagentes de Menor Toxicidade: sempre que possível, metodologias sintéticas devem ser projetadas para usar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e o meio ambiente



- Desenvolvimento de Compostos Seguros: os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível.
- Diminuição de Solventes e Auxiliares: a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, etc) deverá ser evitada quando possível, ou usadas substâncias inócuas no processo.
- Eficiência Energética: os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, diminuindo seu impacto econômico e ambiental.
- Uso de Matéria-Prima Renovável: sempre que possível técnica e economicamente utilizar matéria-prima renovável. 8
- Redução do uso de derivados: uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, e modificadores temporários que deverão ser minimizados ou evitados quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis.
- Catálise: reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são superiores aos reagentes estequiométricos.
- Desenvolvimento de Compostos Degradáveis: produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, não persistindo no ambiente.
- Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos.
- Química Segura para a Prevenção de Acidentes: as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios.

Conforme discute Marinho et al. (2011), as instituições de ensino sempre buscaram focar no ensino e instrução técnica e, por essa razão, o gerenciamento dos resíduos e rejeitos gerados em seus laboratórios, os quais incluem diversos tipos de materiais, ficam em segundo plano. Nesse sentido, de acordo com Farias e Fávaro (2011), a química verde contempla uma mudança de mentalidade da prática química, já que exige ir além da zona de conforto de somente utilizar os já testados e validados reagentes, solventes e tecnologias.

Ao fazer um paralelo com os laboratórios onde há manipulação de materiais radioativos e, conseqüentemente, geração de resíduos e rejeitos radioativos, cabe destacar o primeiro princípio, que tem como principal objetivo a prevenção. Dessa forma, apesar de ser discutida no contexto de laboratórios químicos, a química verde traz conceitos que podem ser expansíveis para todas as práticas laboratoriais, haja vista a necessidade urgente de métodos que façam uso de um menor volume de matéria-prima e que gerem menos resíduos e rejeitos, sejam eles de todas as origens. Assim como discute Larnardão et al. (2003), um profissional formado dentro dos princípios da química verde estará muito mais preparado para o desafio que a indústria e o meio acadêmico passaram a impor nos últimos anos: a busca pela química autossustentável.

#### 4. PERCURSO METODOLÓGICO

A presente dissertação<sup>9</sup> de mestrado faz parte do Programa de Pós-Graduação em Análise Ambiental Integrada da Universidade Federal de São Paulo, cujo objetivo é abordar áreas distintas de conhecimento, resultando no exercício da interdisciplinaridade e na compreensão da complexidade envolvida nas questões socioambientais. Nesse sentido, a fim de se atingir os objetivos propostos para a pesquisa, foi adotado um percurso metodológico que contemplou seis fases. A primeira consistiu na escolha do local e pesquisa; na segunda etapa foi definido o tamanho amostral do grupo a ser investigado; na terceira foi elaborado o questionário; na quarta fase foi aplicado o pré-teste do mesmo; na quinta fase foi realizada a aplicação do questionário aos estudantes do instituto; na sexta fase foi realizada a tabulação e avaliação das informações obtidas.

A proposta teve caráter qualitativo e quantitativo na forma de um estudo de caso, entendido aqui como uma “investigação empírica *que estuda um fenômeno contemporâneo (o caso) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes*” (YIN, 2015).

##### **Fase I – Local de pesquisa: O IPEN e seu gerenciamento de rejeitos radioativos**

O IPEN é uma autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Governo do Estado de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela CNEN, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), do Governo Federal (Institucional IPEN).

O Instituto oferece um programa de pós-graduação com formação em nível de mestrado e doutorado nos campos da tecnologia nuclear e áreas correlatas, além de receber estudantes para desenvolvimento de projetos de iniciação científica, bem como pesquisadores de pós-doutorado. Em termos de organização, o IPEN é formado por onze centros de pesquisa e quatro gerências técnicas. No primeiro grupo estão: centro de biotecnologia; células a combustível e hidrogênio; ciência e tecnologia de materiais (CCTM); centro do combustível nuclear; centro de engenharia nuclear; centro de lasers e aplicações; centro de metrologia das radiações; centro de química e meio ambiente; centro de radiofarmácia; centro do reator de pesquisas e centro de tecnologia das radiações. Já o

---

<sup>9</sup> O projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade e recebeu o número: 0676/2017.

segundo grupo é composto por: gerência de radioproteção, gerência de metrologia das radiações, gerência de rejeitos radioativos e gerência de radiometria ambiental.

Nos laboratórios dos centros de pesquisa e nas gerências são gerados diferentes tipos de resíduos e rejeitos, sejam eles de origem química, biológica ou radioativa, a depender do tipo de pesquisa. Para tanto, o instituto conta com diferentes estratégias de gerenciamento para esses materiais. Especificamente para os rejeitos radioativos, os materiais advindos dos centros de pesquisa da IPEN, bem como aqueles provenientes das aplicações nucleares na indústria e medicina, são enviados à Gerência de Rejeitos Radioativos, que tem como responsabilidade garantir a disposição final adequada, e recebe 80% dos rejeitos institucionais gerados no país (DELLAMANO et al., 2006).

Após recebidos, o primeiro procedimento consiste em uma caracterização primária, em que são determinados os processos a serem utilizados no tratamento. Caso necessária, é realizada a caracterização final, a fim de certificar que o rejeito tratado apresenta os requisitos para ser enviado a um repositório de deposição final (Portal IPEN).

## **Fase II- Planejamento da amostra**

Conforme ressaltado anteriormente, o IPEN é composto por centros e gerências, e o acesso a alguns desses locais é restrito, como por exemplo o Centro do Reator Nuclear, no qual é necessária autorização para circular. Assim sendo, para abordar os estudantes que compõem a população alvo da pesquisa foi necessário obedecer a protocolos de segurança. A ideia inicial de se aplicar um processo amostral probabilístico teve que ser abandonada, uma vez que não se mostrou funcional a aplicação do questionário em elementos escolhidos aleatoriamente entre os membros da população. A vista desta restrição, optou-se por aplicar os questionários nos indivíduos, dentre os que foi possível abordar, naqueles que se dispuseram a responder. Cabe lembrar que a população alvo não é fixa, uma vez que há movimentação no quadro de estudantes do instituto, fruto do ingresso de novos estudantes e da saída dos que concluíram seus trabalhos. A composição da população alvo em maio de 2019 era de 765. Durante o período de coleta a população se manteve em patamares semelhantes.

Ao final do processo foi obtida uma amostra de 104 estudantes que perfaz cerca de 10% do total de estudantes comumente abrigados pelo instituto. O grupo foi composto por estudantes de iniciação científica, mestrado e doutorado, além de pesquisadores de pós-

doutorado e estudantes de projeto<sup>10</sup> dos diferentes centros e gerências do IPEN a partir de 18 anos.

### **Fase III– O Instrumento de Pesquisa**

Para se conhecer a percepção de risco e representações sociais dos estudantes, foi elaborado um questionário estruturado (Apêndice B) composto por perguntas abertas e fechadas (Gil, 2008). No caso das perguntas fechadas, foi utilizado o formato de escala *Likert* de cinco pontos, a fim de mensurar e entender atitudes ou comportamentos de risco por parte dos respondentes. A partir do uso dessa escala, é possível tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância (SILVA JUNIOR; COSTA, 2014).

O desenvolvimento do instrumento foi baseado nos trabalhos de Gil (2008), Sjöberg (2009) e Masini (2009), e sua construção se deu a partir da divisão em quatro seções.

#### Seção 1- Perfil do respondente

Nesta seção do questionário buscou-se obter informações sobre o perfil do estudante, incluindo ano de ingresso no IPEN, formação e centro ou gerência em que realiza pesquisa.

#### Seção 2- Representações sociais e percepção de risco a respeito de resíduos sólidos e rejeitos, sem a especificidade dos radioativos

Aqui se contemplou duas partes, sendo uma de definições, com a qual se buscou avaliar as representações sociais a respeito dos resíduos sólidos e rejeitos- sem a especificidade dos radioativos, e outra que buscou avaliar a percepção de risco desses materiais.

#### Seção 3- Evocação livre de palavras

Nesta parte do questionário buscou-se avaliar a estrutura das representações sociais provocadas pelo termo indutor “Rejeito Radioativo”, por meio da técnica de evocação livre de palavras (ABRIC, 2001). Ao respondente foi solicitado que evocasse cinco palavras a partir do referido termo indutor, com isso seria possível realizar os devidos tratamentos e conhecer o núcleo central e o sistema periférico das representações sociais dos estudantes

---

<sup>10</sup> Apesar de pós-doutorandos não serem considerados estudantes e sim pesquisadores, a amostra contou com apenas dois indivíduos dessa categoria e, por essa razão, optou-se por classificar a todos como estudantes.

(ABRIC, 2001). Em sequência, lhes foi solicitado empregar as palavras em uma frase, a fim de se entender o contexto e significado das palavras.

#### Seção 4- Representações sociais e percepção de risco a respeito de resíduos e rejeitos radioativos

Por último buscou-se avaliar as representações sociais, a percepção de risco e o comportamento de risco. Para tanto, os estudantes foram solicitados a definir com suas palavras resíduos e rejeitos radioativos. Em seguida, foram apresentadas algumas situações para avaliar as variáveis propostas na Figura 1 previamente apresentada.

#### **Fase IV– Aplicação do Questionário – pré-teste**

O pré-teste do questionário foi aplicado a 12 estudantes do IPEN em agosto de 2017. O número adotado para a aplicação do pré-teste foi baseado em Gil (2008), que considera entre dez e vinte questionários ideais. A aplicação do pré-teste permitiu identificar as perguntas-problema, com possíveis erros, complexidade das questões ou imprecisão na redação e, assim, modificá-las (GIL, 2008). Tal avaliação se deu por meio dos comentários feitos pelos respondentes, os quais foram registrados e, posteriormente, utilizados para a reformulação das perguntas.

#### **Fase V – Coleta de dados**

As aplicações definitivas dos questionários foram realizadas entre agosto de 2017 e agosto de 2018, tendo sido aplicados 104 questionários. Os indivíduos participantes foram estudantes de graduação (iniciação científica), mestrado, doutorado e pesquisadores de pós-doutorado e estudantes de projeto que se dispuseram a responder aos questionamentos. Com o propósito de preservar a identidade os respondentes foram identificados por um código<sup>11</sup>. Para a abordagem, o diretor de pesquisa do centro foi contatado, a fim de obter seu consentimento. Posteriormente, os responsáveis de cada centro/gerência foram contatados para explicar o projeto, acertando dias de aplicação do questionário. Foi solicitado que esses responsáveis promovessem a sensibilização da sua comunidade para que então, nos dias marcados, as aplicações do questionário fossem realizadas.

---

<sup>11</sup> O código foi composto da letra R de respondente seguido por um número de identificação.

Todos os respondentes receberam a informação de que se tratava de uma pesquisa voluntária, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) com instruções gerais e o contato das pesquisadoras.

## **Fase VI – Tabulação e avaliação das informações obtidas**

A partir dos dados quantitativos foram elaborados gráficos e tabelas. Além disso, foram explorados os dados com relação à percepção de risco relacionando-a com as características dos respondentes presentes na figura 1, assim como descrito na tabela 1 a seguir.

**Tabela 1-** Relação dos fatores explorados na análise.

Item avaliado	Fatores explorados dos estudantes respondentes
1. Percepção de risco com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas	Ano de ingresso no IPEN (fator tempo figura 1) O que desenvolve no IPEN (fator conhecimento figura 1) Formação do (a) estudante (fator conhecimento figura 1) Centro/gerência que desenvolve pesquisa (fator conhecimento e contato figura 1) Trabalhar ou não com amostra radioativa (fator contato figura 1)

Fonte- Elaborada própria.

No caso da evocação livre de palavras, as palavras evocadas<sup>12</sup> a partir do termo indutor “Rejeito Radioativo” foram analisadas adotando os seguintes procedimentos:

- Análise das palavras semanticamente similares. Para tanto, foram analisadas as frases contendo as palavras evocadas, que foram divididas em onze categorias, as quais auxiliaram no processo de composição do universo léxico representacional dos participantes, sendo elas: (1) rejeito radioativo, (2) características e processos químicos, (3) risco e perigo, (4) gerenciamento dos rejeitos radioativos, (5) segurança, (6) elementos químicos, (7) processos tecnológicos ou locais que gerem rejeitos, (8) legislação, (9) desastres nucleares, (10) meio ambiente e (11) diversos, criada para inserir palavras cujo entendimento não foi possível. Tal procedimento permitiu, por exemplo, que termos como perigo e perigoso fossem

<sup>12</sup> Após o pré-teste, a pergunta com evocação livre de palavras não sofreu alteração e, por essa razão, optou-se por manter os 12 questionários obtidos nessa etapa apenas na análise de referida pergunta.

categorizados como risco e perigo, e assim sucessivamente com todas as palavras evocadas (Apêndice C).

- Quantificação das frequências e da ordem média de evocação, utilizando rotina<sup>13</sup> criada para alocar em quadrantes as palavras evocadas, conforme análise prototípica criada por Pierre Vergé (1992), o qual apresenta a centralidade dos elementos das representações por meio de um diagrama com quatro quadrantes (VERGÉS, 2002 apud MACHADO; ANICETO, 2010), sendo eles:

- Núcleo Central (NC): Reúne palavras mais frequentes e mais prontamente evocadas;
- Primeira Periferia (PP): reúne os elementos periféricos latentes e os mais frequentes;
- Segunda Periferia (SP): reúne os elementos menos presentes ou importantes no campo das representações;
- Zona de Contraste (ZC): termos evocados com menor frequência, porém, de similar importância, pois, sua presença pode indicar a existência de um subgrupo com representação social diferenciada;

A frequência mínima utilizada foi de cinco, ou seja, no mínimo 5% dos respondentes mencionaram a palavra presente no diagrama.

Com relação aos dados qualitativos obtidos com o questionário, foi realizada análise de conteúdo, a qual, de acordo com Bardin, é:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 1994, p.38)

---

<sup>13</sup> A adaptação da rotina foi desenvolvida em MS-Excel por um pesquisador da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

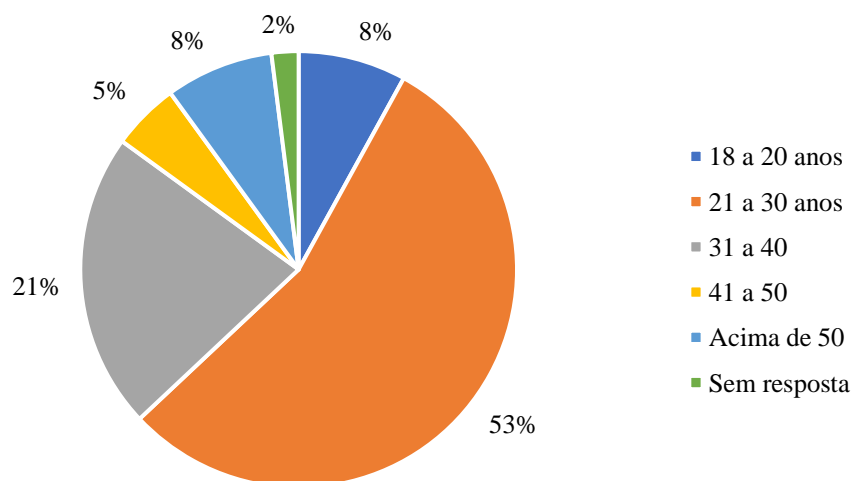
A apresentação e discussão dos resultados foi dividida em cinco partes, sendo elas: (1) o diagnóstico inicial a partir da análise das respostas dos questionários, (2) a análise das evocações livres de palavras e, finalmente, (3) os desafios encontrados para realização da pesquisa.

### 5.1. Diagnóstico inicial a partir da análise das respostas dos questionários

#### 5.1.1. Perfil estudantes que responderam ao questionário

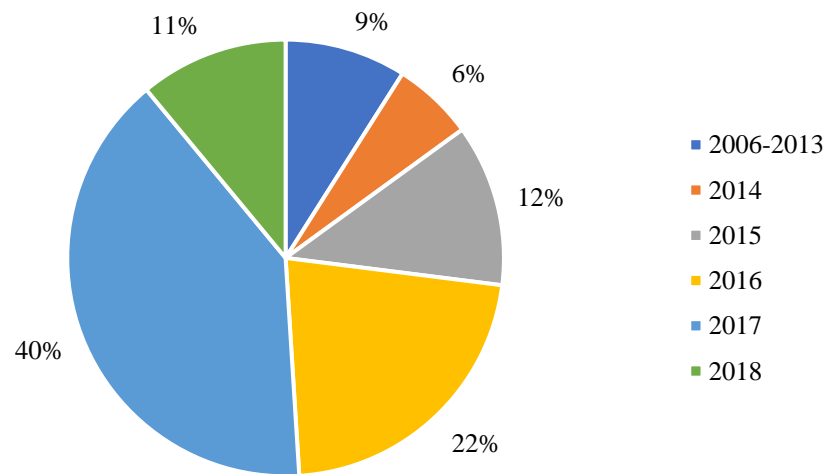
No que diz respeito ao perfil dos estudantes respondentes, 50% declararam ser do sexo feminino, 49% do sexo masculino e 1% não respondeu. A maior parte são adultos jovens, 53% deles têm entre 21 e 30 anos, como se pode observar no gráfico 1. No gráfico 2 se verifica que 40% ingressaram no IPEN em 2017, enquanto no gráfico 3 nota-se que prepondera os estudantes de mestrado (62%).

**Gráfico 1-** Distribuição dos indivíduos que responderam ao questionário segundo a faixa de idade.



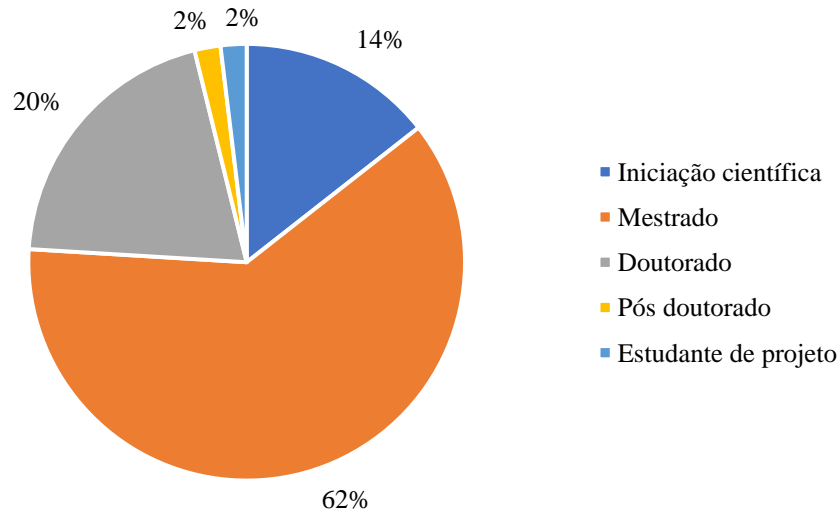
Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

**Gráfico 2-** Distribuição dos estudantes do IPEN segundo o ano de ingresso.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

**Gráfico 3-** Distribuição dos estudantes segundo a atividade que desenvolvem no IPEN.

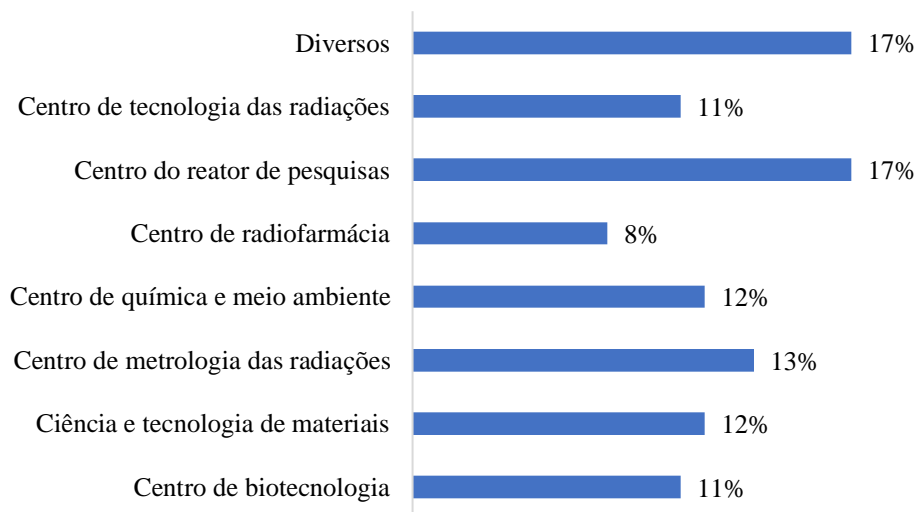


Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Já sobre os centros ou gerências, a maior parte dos estudantes respondentes (17%) realiza sua pesquisa no centro do reator de pesquisas (gráfico 4). O grupo “Diversos”, nos quais foram obtidos poucos questionários, inclui seis áreas do instituto, a saber: Centro das Células a Combustível e Hidrogênio, Centro do Combustível Nuclear, Centro de Engenharia

Nuclear, Centro de Lasers e Aplicações, Gerência de Rejeitos Radioativos e Ensino e Núcleo de Inovação Tecnológica.

**Gráfico 4-** Distribuição dos estudantes segundo os centros de pesquisas e gerências do IPEN nos quais realizam pesquisa.



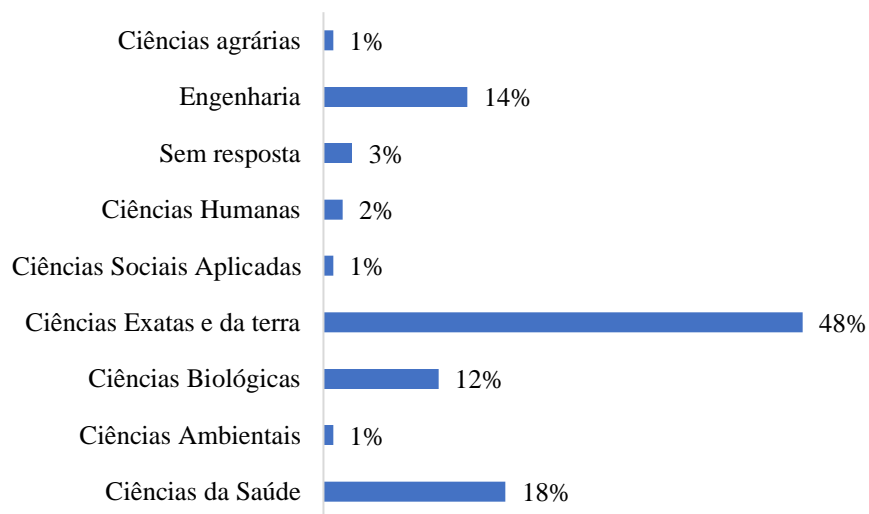
Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Quanto à formação prévia dos estudantes, os cursos foram categorizados a partir da lista de áreas da CAPES<sup>14</sup> e, com isso, foi possível constatar que 48% dos respondentes eram oriundos de cursos das ciências exatas e da terra, seguidos por 18% das ciências da saúde e 14% de engenharias (gráfico 5).

---

<sup>14</sup> Disponível em:  
[http://www.capes.gov.br/images/documentos/documentos\\_diversos\\_2017/TabelaAreasConhecimento\\_072012\\_atualizada\\_2017\\_v2.pdf](http://www.capes.gov.br/images/documentos/documentos_diversos_2017/TabelaAreasConhecimento_072012_atualizada_2017_v2.pdf). Acesso em 7 de fevereiro de 2019.

**Gráfico 5-** Distribuição dos estudantes respondentes segundo a área de formação.

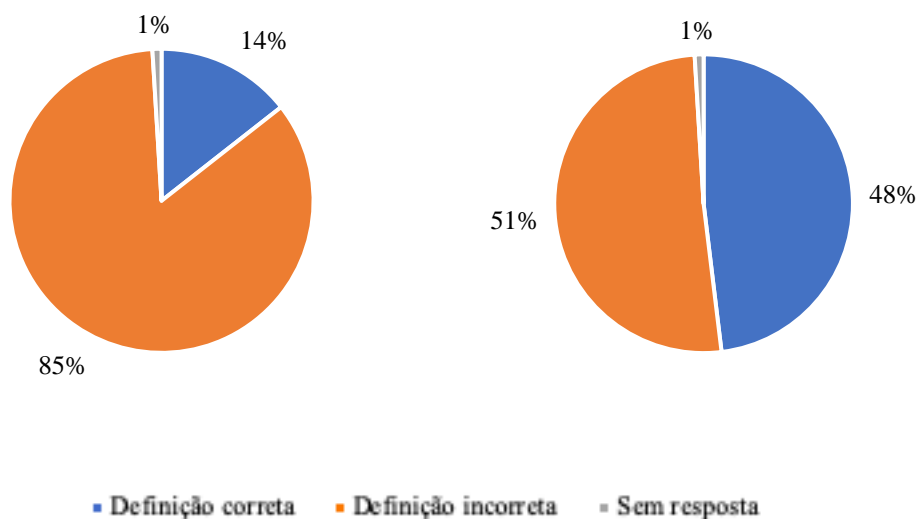


Fonte – Elaboração própria.  
Base: 104 estudantes respondentes.

### **5.1.2. Resíduos sólidos e rejeitos**

As duas primeiras perguntas dessa etapa do questionário, com as quais foi investigada a percepção de risco em relação aos resíduos sólidos e rejeitos sem especificar o tipo do material, consistiam nas definições de rejeito e resíduo sólido. As respostas foram analisadas de acordo com a definição trazida pela PNRS, e receberam a classificação de correta, incorreta e sem resposta (Gráficos 6 e 6b).

**Gráficos 6 e 6b-** Distribuição dos estudantes segundo a classificação das definições dadas a resíduo (à esquerda) e rejeito (à direita).



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 respondentes estudantes respondentes.

A quantidade de estudantes que têm conhecimento sobre rejeito (48%) supera a dos que têm sobre resíduo sólido (14%), entretanto, a confusão quanto a possibilidade de reaproveitamento permanece, conforme é possível verificar pelas frases abaixo.

#### Definições de rejeito

É qualquer tipo de resíduo (lixo). (Estudante 31)

É um tipo de resíduo/lixo que não há mais uso/possibilidade de reaproveitamento. (Estudante 45).

#### Definições de resíduo sólido

Resíduo sólido é o lixo que não tem mais como ser utilizado. (Estudante 8)

Material sólido já sem utilidade, gerado a partir de um processo. (Estudante 69)

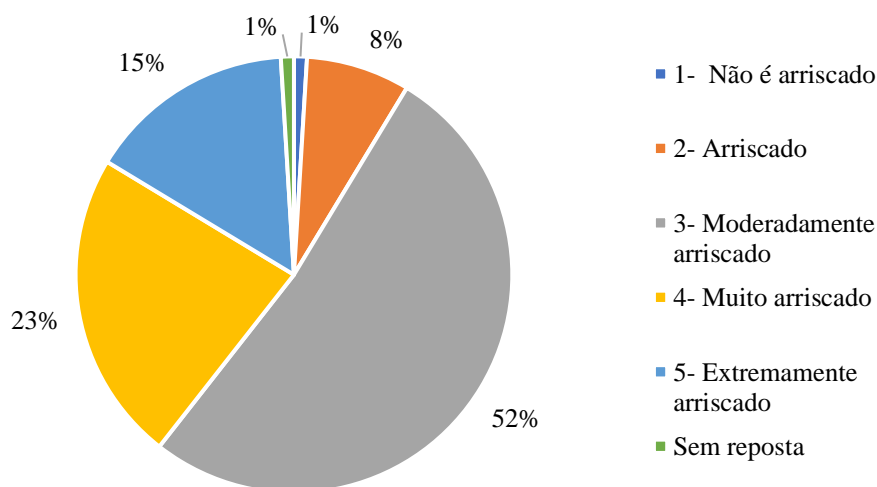
Foi possível constatar que, de uma forma geral, os participantes não trazem bem amadurecido em seu repertório formativo, os conceitos e a diferenciação entre o que seriam rejeitos e resíduos. Refletindo-se a partir de Ribeiro e Lima (2000), percebe-se que é necessário diminuir a geração de rejeitos para minorar os impactos ambientais. A não diferenciação entre os conceitos pode ocasionar uma geração desnecessária de rejeitos, inclusive os radioativos, como será possível perceber em resultados posteriores. E isso pode ocorrer devido a uma percepção e avaliação equivocadas oriundas do desconhecimento e/ou

confusão. Cabe ressaltar que a representação de um determinado Objeto<sup>15</sup> e os sentidos atribuídos a este, também são permeados pelas palavras, pela linguagem. E estas servem como meio de também dar sentido e explicar uma determinada realidade. Nelas, palavras e linguagens, os indivíduos se apoiam para construir a representação e posteriormente transmiti-la, que podem vir ou não a constituir uma representação social compartilhada por um grupo (CARVALHO, 2005). A representação e o sentido a ela atribuídos influencia na percepção de risco, e isso, por sua vez, pode predispor uma determinada ação ou comportamento.

As definições para resíduos e rejeitos apresentadas na PNRS deixam clara a distinção entre aqueles que são passíveis de reaproveitamento e aqueles que, esgotadas as possibilidades, devem ter descarte ambientalmente adequado. Entretanto, também cabe ressaltar que o uso do termo “lixo” permanece, o que colabora para que a distinção adequada não seja estabelecida. É possível observar nas quatro frases apresentadas que os três termos são tratados como sinônimos.

A pergunta seguinte buscou avaliar a percepção de risco com relação à manipulação desses materiais (gráfico 7).

**Gráfico 7-** Distribuição dos estudantes segundo a percepção de risco quanto à manipulação de resíduos sólidos e rejeitos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

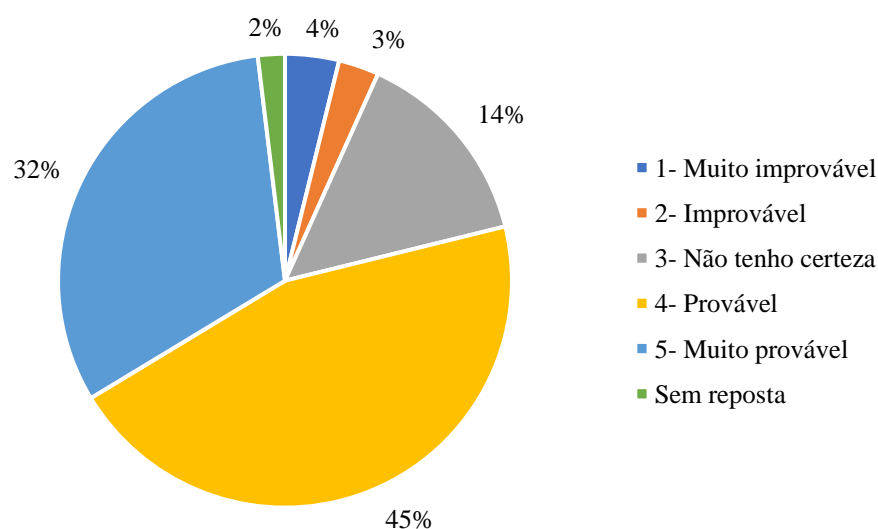
<sup>15</sup> A palavra “objeto” foi utilizada com letra maiúscula, por remeter, dentro do conceito da psicanálise, ao não EU, ao Outro.

A maior parte dos respondentes (52%) considera a manipulação desses materiais moderadamente arriscada, ainda que não haja a especificidade quanto à sua origem. É possível perceber pelo resultado anterior, que de uma forma geral, os participantes provavelmente utilizem um critério geral e do senso comum para a avaliação desse material, não levando em consideração aspectos mais técnicos para classificá-los mais adequadamente com relação a sua periculosidade.

As duas perguntas seguintes buscaram verificar se os respondentes consideram métodos que gerem menos resíduos e rejeitos ao lidar com um experimento (gráfico 8), bem como exemplos que evidenciem essa consideração (gráfico 9).

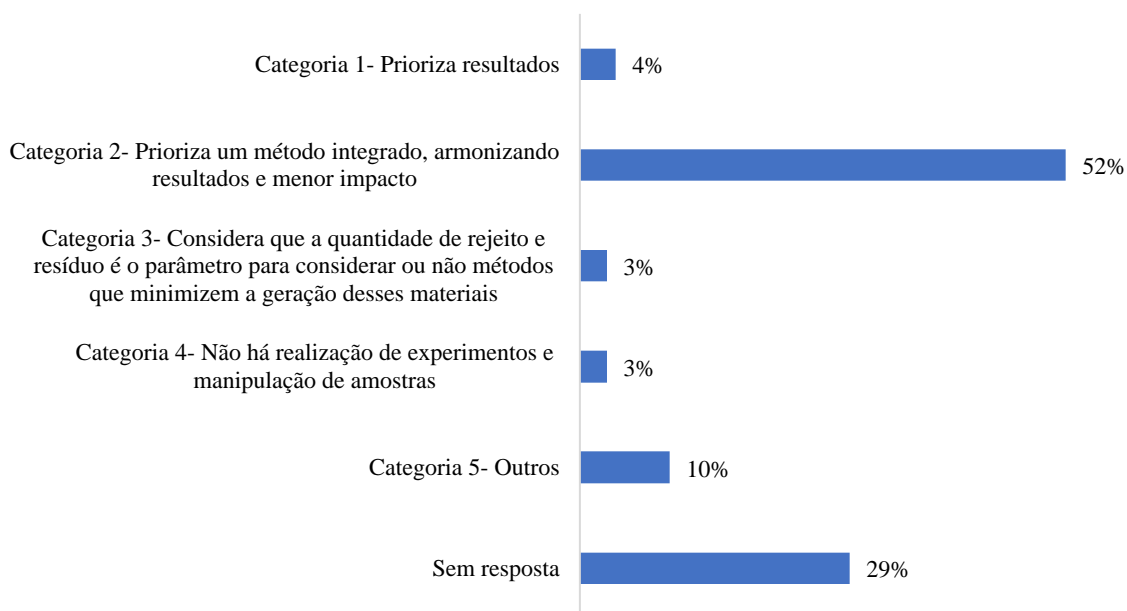
No gráfico 9, as respostas quanto aos exemplos citados para os métodos foram analisadas e inseridas em categorias, as quais refletem seu conteúdo. As seis categorias criadas foram: 1) os indivíduos que priorizam resultados; 2) aqueles que priorizam um método integrado, harmonizando resultados e menor impacto; 3) aqueles que consideram que as quantidades de rejeito e resíduo são os parâmetros para considerar ou não métodos que minimizem a geração desses materiais, ou seja, o volume gerado já é baixo; 4) aqueles que não realizam experimentos e manipulação de amostras; 5) outros, na qual foram inseridas as respostas inconclusivas; e 6) aqueles que não responderam.

**Gráfico 8-** Distribuição dos estudantes segundo a consideração de métodos que gerem menos resíduos sólidos e rejeitos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

**Gráfico 9-** Distribuição dos estudantes segundo a categorização das respostas sobre a consideração de métodos que gerem menos resíduos sólidos e rejeitos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Apesar de a maioria (77%) julgar provável ou muito provável considerar durante a execução de seus trabalhos métodos que gerem um menor volume desses materiais, o desconhecimento efetivo do que é resíduo e o que é rejeito pode incorrer em práticas menos favoráveis ao meio ambiente. Contudo, somente o conhecimento técnico não é o suficiente. Neste sentido, levar reflexões aos estudantes também no campo filosófico/teórico, muito provavelmente ajudaria no amadurecimento do pensamento abstrato<sup>16</sup> e crítico com relação à essa temática. Dentro dessa perspectiva, conforme apresentado anteriormente, um dos campos das ciências que se dedica aos estudos da minimização de impactos oriundos da extração de matéria-prima para síntese de materiais utilizados pelo homem em processos químicos é a Química Verde. E é em seu primeiro princípio que se encontra o elemento-chave para a minimização dos resíduos e rejeitos, a prevenção. Não se trata apenas das técnicas desenvolvidas para o gerenciamento desses materiais, trata-se também de considerar métodos que permitam prevenir sua geração e uma mudança de mentalidade.

<sup>16</sup> Os pensamentos abstratos seriam conceitos surgidos a partir de elaborações do intelecto obtidas pela própria mente sem necessidade de experiência, por exemplo, as verdades matemáticas não exigem demonstração empírica.



Além disso, cabe também destacar que 7% responderam ser muito improvável ou improvável essa consideração. Trata-se, portanto, de um grupo importante com o qual o conceito de minimização deve ser trabalhado.

Quanto aos exemplos fornecidos que contextualizam essa consideração, esses demonstram que metade do grupo respondente entende a necessidade de métodos que busquem bons resultados, porém, que também levem em consideração menor geração de resíduos sólidos e rejeitos, assim como é possível verificar nas frases a seguir:

Utilizar sempre técnicas que tragam os resultados esperados, mas que não utilizem tanto material para isso. (Estudante 1)

Para a limpeza de uma área contaminada, deve-se utilizar a menor quantidade possível de papel/algodão e, se ficar difícil a limpeza da área, deve-se esperar o tempo necessário para o decaimento da fonte radioativa. Ao manipular uma fonte radioativa, sempre verificar a luva no contador/detector antes de descartar, assim escolher o lixo comum ou radioativo. (Estudante 51)

Entretanto, há também quem entenda que métodos que gerem menos resíduos sólidos e rejeitos podem não ser considerados na formulação de uma pesquisa por não haver estrutura disponível para tal, assim como é possível verificar na seguinte frase:

Nem sempre, infelizmente, há infraestrutura disponível para realização de métodos que gerem menos resíduos/rejeitos. (Estudante 52)

A menor geração de resíduos sólidos e rejeitos não está apenas relacionada ao uso de menor volume de reagentes ou do aprimoramento das reações química, o que possivelmente justifique a infraestrutura citada na frase acima, mas o manuseio de menos instrumentos descartáveis também é fundamental para essa redução. Trata-se de uma ruptura da lógica de resultados às custas de tudo, para uma transição para a adoção dos preceitos da química verde.

Outra frase que pode ser destacada dentro desse contexto é:

Em momentos, chego a pensar antes da realização, em outros priorizo a qualidade dele. (Estudante 101)

Levar em consideração métodos menos impactantes não significa gerar resultados menos exatos, e devem ser considerados em todas as práticas laboratoriais desde o planejamento da pesquisa. Além disso, incentivar a cultura de separação dos materiais passíveis de coleta seletiva, como por exemplo papel sulfite, também é uma forma de reduzir os impactos.

Ainda na análise das frases fornecidas pelos estudantes, a frase abaixo ressalta a importância em discutir a geração de resíduos sólidos e rejeitos na formulação da pesquisa:

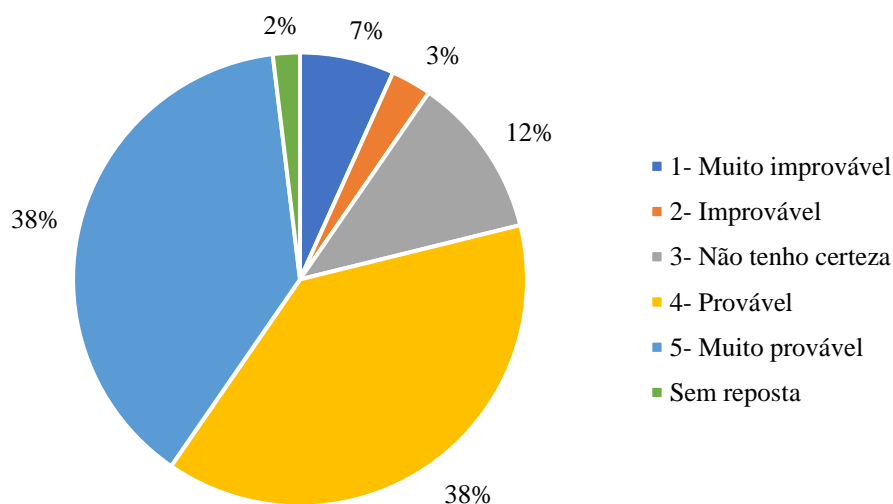
Como aluno de iniciação científica, eu não posso escolher o método usado, porém, se pudesse, utilizaria um método que não necessita de materiais de referência, o que reduziria aproximadamente um quarto dos resíduos gerados. (Estudante 94)

O diálogo entre orientador e orientando desde a formulação da pesquisa poderia ser bastante benéfico para a diminuição dos resíduos sólidos e rejeitos gerados nos experimentos, bem como para a melhor compreensão por parte deste estudante de quando não é possível não gerar resíduo por impeditivos tecnológicos ou metodológicos, contribuindo para um amadurecimento destes conceitos entre os estudantes.

Quanto aos 29% que não forneceram exemplos de métodos (gráfico 10), esses são superiores a aqueles que afirmaram que essa consideração é muito improvável (4%), improvável (3%), não tenho certeza (14%) e sem resposta (2%) (gráfico 9). Ou seja, 6% dos estudantes desse grupo, apesar de julgarem provável ou muito provável referida consideração, podem não saber identificar um método do tipo nos seus procedimentos de pesquisa.

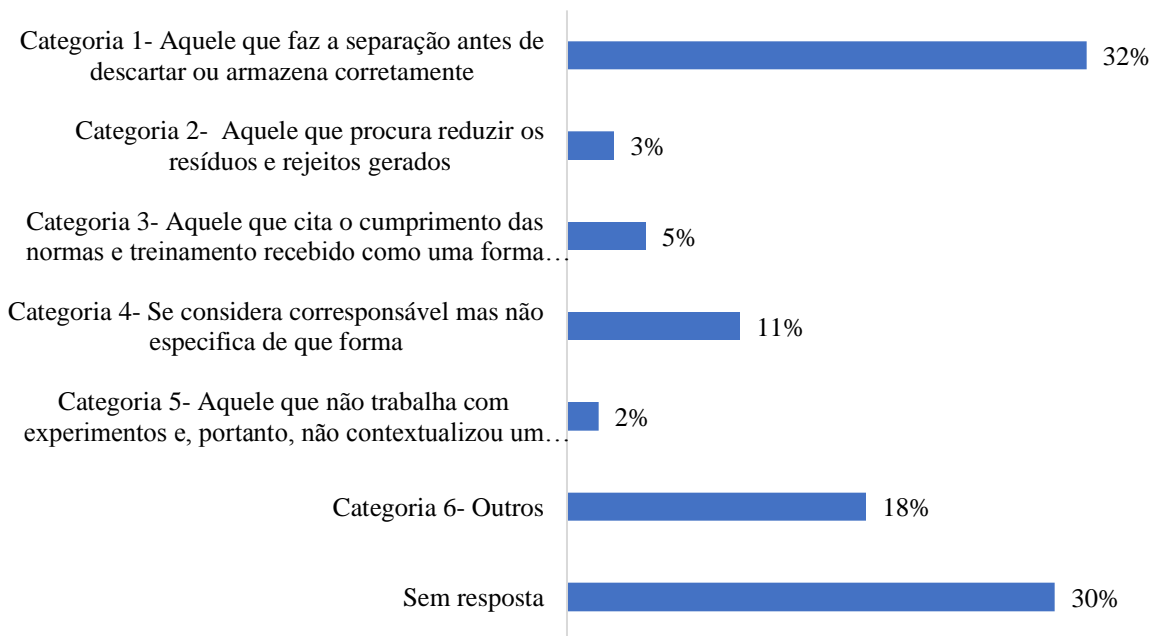
Por sua vez, na última pergunta dessa etapa do questionário foi possível verificar se os estudantes se consideravam corresponsáveis com relação à disposição correta dos rejeitos (gráfico 10). Complementarmente à essa pergunta, foram solicitados a citar um exemplo que evidenciasse sua corresponsabilidade quanto à disposição correta dos rejeitos, e suas respostas foram inseridas em categorias (gráfico 11).

**Gráfico 10-** Distribuição dos estudantes segundo a percepção de corresponsabilidade sobre o descarte de rejeito.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

**Gráfico 11-** Distribuição dos estudantes segundo a categorização das respostas sobre a corresponsabilidade quanto à disposição correta dos rejeitos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

O adequado gerenciamento de resíduos e rejeitos nos laboratórios é, também, de responsabilidade de seus geradores. Essa consideração na construção da pesquisa, no caso

dos estudantes em formação, depende fortemente dos docentes orientadores, que os deve instruir sobre a importância dos métodos que gerem menos resíduos e rejeitos, bem como sobre a correta segregação dos materiais e descarte correto. Além disso, disciplinas que tratem do assunto também auxiliam nesse processo para que, independentemente do tipo de material manipulado em laboratório, o correto gerenciamento seja garantido.

A maior parte dos indivíduos respondentes (32%) realizavam a separação dos materiais antes do descarte, e consideravam essa a forma de se responsabilizarem pela disposição final adequada. As respostas para essa pergunta envolveram tanto os resíduos sólidos e rejeitos gerados nas residências e, nesse caso, a separação adequada de embalagens para coleta seletiva foi citada, mas também envolveram os resíduos sólidos e rejeitos gerados nos laboratórios, podendo esses serem químicos, biológicos ou radioativos. Nesse último caso, as respostas diziam respeito à segregação entre materiais contaminados e não contaminados. As frases a seguir são exemplos das respostas inseridas na categoria 1:

Ao realizar a separação de resíduos recicláveis de não recicláveis, me sinto responsável em não aumentar a quantidade de resíduos que serão dispostos em aterro. (Estudante 12)

Desde o dia que minha iniciação científica começou, meu orientador e seus alunos sempre mostram o lugar correto para a disposição dos rejeitos. (Estudante 46)

Sempre verifico a contaminação no detector de radiação, mas as vezes não confio nele e acabo descartando o material no lixo radioativo. (Estudante 51)

É possível constatar que há o discurso da intencionalidade em relação a um descarte correto e responsabilização entre um percentual de participantes. Contudo, é necessário se fazer duas considerações a respeito desse resultado. O primeiro está relacionado com o que alguns autores chamam de “zona muda” em estudos de representações sociais, na qual o indivíduo responde o que ele considera ser o mais socialmente aceitável ou irá transmitir uma melhor imagem de si próprio (MENIN, 2006). Seria importante realizar um estudo posterior com esse grupo de forma a identificar a presença ou não do efeito “zona muda”. A segunda consideração está relacionada com a falta de conhecimento mais aprofundado com relação a rejeitos e resíduos, conforme evidenciado anteriormente, o que impacta na percepção e decisões de um indivíduo, ou seja, mesmo que este sinta-se responsável na adoção de práticas mais adequadas do ponto de vista ambiental, isso não significa necessariamente na concretização dessa prática, pois lhe faltam elementos para fazer uma avaliação mais

adequada de uma determinada situação além de muitos fatores que podem vir a contribuir no comportamento humano (CORRÊA, 2011).

Quanto aos 30% que não forneceram resposta quanto à exemplificação de métodos (gráfico 10), esses são superiores a aqueles que afirmaram que a sensação de corresponsabilidade é muito improvável (7%), improvável (3%), não tenho certeza (12%) e sem resposta (2%) (gráfico 10). Dessa forma, tal situação pode confirmar a presença do efeito zona muda (MENIN, 2006). Em outras palavras, 8% dos estudantes responderam ser provável a percepção apenas para garantir uma melhor imagem de si, porém, na hora de exemplificarem, não souberam identificar o que o (a) torna corresponsável.

Por sua vez, no “Relatório Anual de Gestão Ambiental do IPEN” (2016) consta a existência de Programas Ambientais para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Resíduos Perigosos, Resíduos de Serviços de Saúde e para o gerenciamento de Rejeitos radioativos, tendo como objetivo traçar premissas técnicas de natureza ambiental, importantes no gerenciamento de resíduos em suas unidades. Dessa forma, o instituto faz o gerenciamento dos resíduos gerados em suas unidades administrativas separando-os por tipo, além de manter contrato com uma empresa para realizar a coleta e destinação dos resíduos orgânicos, não recicláveis, recicláveis e perigosos.

Fica clara, portanto, a responsabilidade assumida pelo IPEN pelo gerenciamento dos resíduos sólidos e rejeitos gerados em suas instalações, incluindo todos os tipos de materiais, porém, essa deve ser uma responsabilidade compartilhada que começa dentro dos laboratórios com a correta segregação e colaboração de todas as pessoas envolvidas, conforme evidenciado na frase R 46, e também fora deles, com a segregação de materiais passíveis de reciclagem.

Outra frase que reforça essa responsabilidade compartilhada é:

Somente nós que estamos manipulando o material sabemos o que há nele, é de nossa total responsabilidade segregá-los e identificá-los para não colocar pessoal/meio ambiente em risco. (Estudante 78)

Ou seja, o gerenciamento adequado de resíduos sólidos e rejeitos depende da articulação de diversos atores envolvidos.

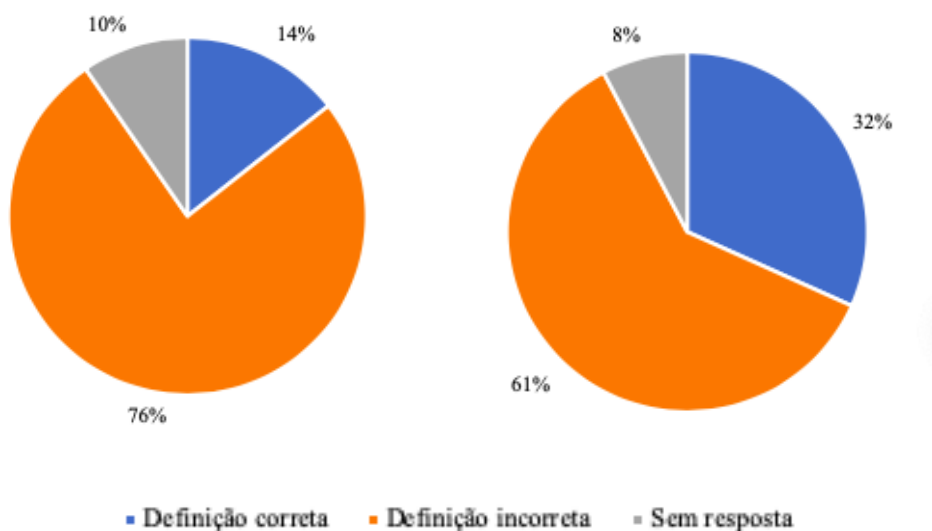
### 5.1.3. Resíduos e rejeitos radioativos

A etapa seguinte do questionário buscou avaliar especificamente a percepção de risco e representações sociais sobre resíduos e rejeitos radioativos, bem como a existência de práticas sustentáveis dentro dos laboratórios.

Na primeira pergunta foi possível saber se os estudantes já tinham conhecimento da temática/tecnologia nuclear antes de ingressarem no IPEN, tendo sido constatado que 70% não tinham, 29% tinham e 1% não respondeu. Dos que já conheciam, 57% conheceram a tecnologia no ensino superior, 13% na educação básica, 10% não responderam, 7% tiveram conhecimento a partir de notícias da mídia, 7% em algum local relacionado à saúde e 3% foram categorizados como “outros”, uma vez que as respostas fornecidas foram inconclusivas.

Nas duas perguntas seguintes foi solicitada a definição de rejeitos e resíduos radioativos, e as respostas foram categorizadas em corretas e não corretas de acordo com o glossário da CNEN (gráficos 12 e 12b).

**Gráficos 12 e 12b-** Distribuição dos estudantes segundo as categorias nas quais se encontram as definições dadas para resíduo radioativo (à esquerda) e para rejeito radioativo (à direita).



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Similarmente às definições de rejeito e resíduo sólido da primeira etapa do questionário, os respondentes não apresentaram um conceito correto para os termos investigados. O uso do termo lixo também foi identificado para os dois tipos de materiais, conforme evidenciam as frases a seguir:

## Rejeito radioativo

Lixo radioativo. Qualquer tipo de descarte que tenha radionuclídeo. (Estudante 31)

Lixo radioativo. (Estudante 32)

Lixo que emite radiação. (Estudante 66)

## Resíduo radioativo

Lixo radioativo. (Estudante 10)

Lixo perigoso. (Estudante 37)

Lixo formado por elementos químicos radioativos. (Estudante 45)

Lixo que emite radiação. (Estudante 66)

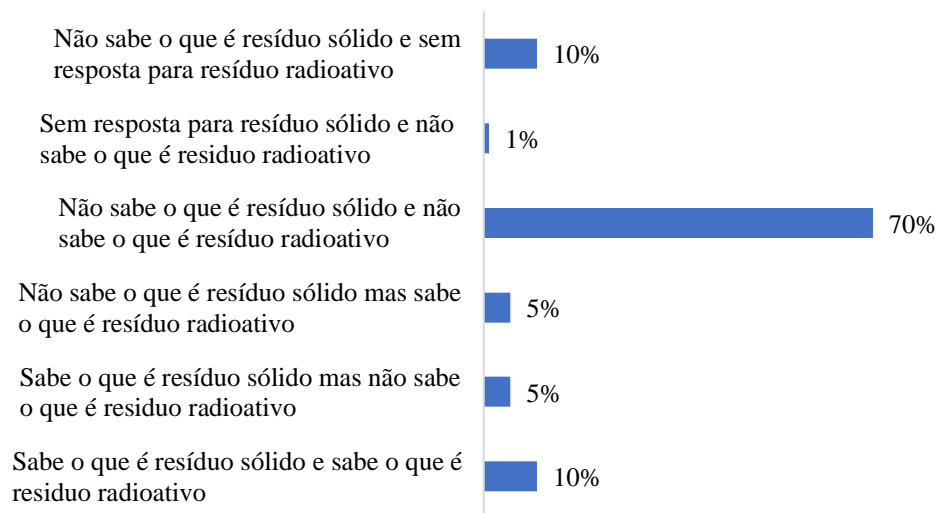
No caso do Estudante 66, esse considera os termos sinônimos, uma vez que as definições apresentadas foram as mesmas.

Outra característica importante é a confusão sobre a possibilidade de reutilização, como é possível verificar na frase a seguir:

Rejeito é tudo aquilo que pode ser reaproveitado. (Estudante 08)

A análise das quatro definições permitiu verificar que 70% dos respondentes não sabem o que é resíduo sólido e também o que é resíduo radioativo (gráfico 13):

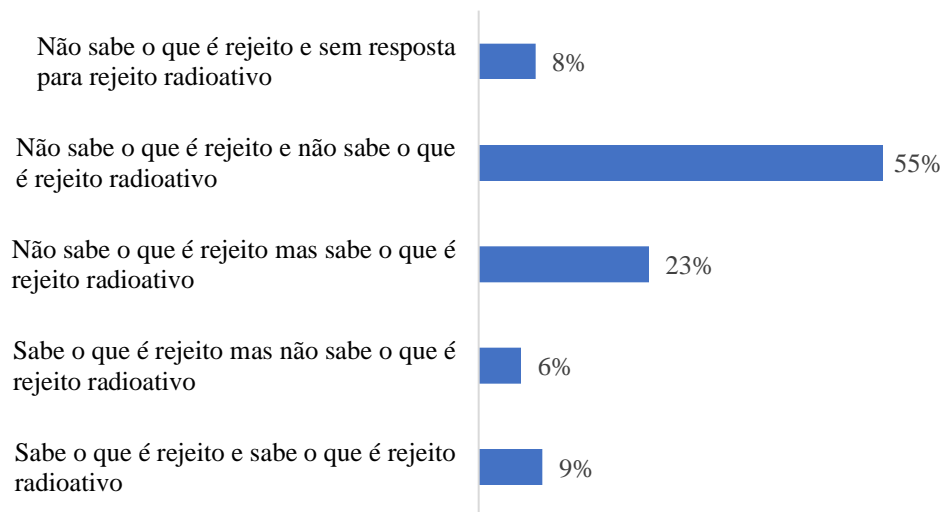
**Gráfico 13-** Distribuição dos estudantes segundo as categorizações das definições de rejeito e rejeito radioativo.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

No caso das definições de rejeito, 55% não sabem o que é rejeito e o que é rejeito radioativo (gráfico 14).

**Gráfico 14-** Distribuição dos estudantes segundo a categorização das definições de rejeito e rejeito radioativo.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Conforme apresentado anteriormente, a legislação que rege os resíduos e rejeitos radioativos apresenta definição similar àquela trazida pela PNRS, que diferencia os materiais que podem ser reaproveitados. De acordo com relatório da Agência Internacional de Energia Atômica (do inglês, *International Atomic Energy Agency- IAEA*), publicado em 2000, a minimização da geração de resíduos e rejeitos e a prática de reciclagem e reutilização podem melhorar a economia do processo e minimizar o impacto ambiental potencial. Um dos materiais radioativos com alto potencial para reprocessamento é o combustível nuclear, o qual possui elementos valiosos em sua composição. Segundo o relatório, o processamento de combustível nuclear tem como subprodutos materiais com potencial de serem reciclados, bem como exposto no trecho a seguir (IAEA, 2000, Foreword):

Todos os processos do ciclo do combustível nuclear utilizam uma ampla gama de equipamentos e materiais para produzir os produtos finais para os quais foram projetados. No entanto, como em qualquer outra instalação industrial, durante a operação das instalações do ciclo do combustível nuclear, além dos principais produtos, alguns subprodutos, materiais gastos e resíduos são gerados. Muitos desses materiais, subprodutos ou alguns componentes de resíduos têm um valor potencial e podem ser reciclados dentro do processo original ou reutilizados fora, seja diretamente ou após o tratamento apropriado.



Cabe destacar que o reprocessamento do combustível nuclear ainda não é uma prática adotada no Brasil, entretanto, o Decreto 9.600 de 5 de dezembro de 2018 estabelece em seu Art. 11 que, dentre as áreas prioritárias para desenvolvimento de estudos e projetos científicos e tecnológicos que estimulem a capacitação, o desenvolvimento e a inovação, está o ciclo do combustível, incluindo as etapas de reprocessamento e gerenciamento de rejeitos. Nesse contexto, o Centro do Combustível Nuclear do IPEN contempla em seus processos a produção de combustível nuclear, e a perspectiva para incentivo aos estudos de reprocessamento do combustível reforça a importância de se discutir elementos importantes como a distinção entre o que é passível de reaproveitamento e o que não é, bem como as consequências de tal processo.

O gerenciamento de resíduos e rejeitos radioativos representa, portanto, um dos principais desafios do setor e, por essa razão, trata-se de um assunto de grande importância para ser discutido com futuros profissionais como no caso de estudantes.

Dentro dessa perspectiva, em uma busca no site da USP<sup>17</sup>, onde constam as disciplinas oferecidas pelo IPEN, há a descrição da disciplina obrigatória para Mestrado e Doutorado intitulada “Fundamentos da Tecnologia Nuclear- Materiais e Ciclo Combustível”, cuja ementa inclui o tema “Rejeitos radioativos: armazenamento de combustíveis exauridos versus reprocessamento”. Ou seja, apesar de não ser a totalidade de estudantes que lidam com material radioativo, todos aqueles matriculados no programa de pós-graduação têm em sua grade curricular disciplinas que tratam do assunto. Contudo, como é uma disciplina que tem que abordar muitos tópicos, há de se considerar qual espaço o tema “rejeito radioativo” tem em sua abordagem, pois muitos dos estudantes não estão saindo com o conceito amadurecido, mesmo cursando a disciplina, evidenciando a necessidade de um aprofundamento no tema.

Já quanto às disciplinas eletivas, uma delas trata especificamente sobre rejeitos radioativos, intitulada “Gestão de Rejeitos Radioativos na Indústria, Medicina e Pesquisa”<sup>18</sup>. Como justificativa para o oferecimento de tal disciplina apresentada na ementa está o fato de que a gestão de rejeitos radioativos nas aplicações nucleares está longe de ser considerada

---

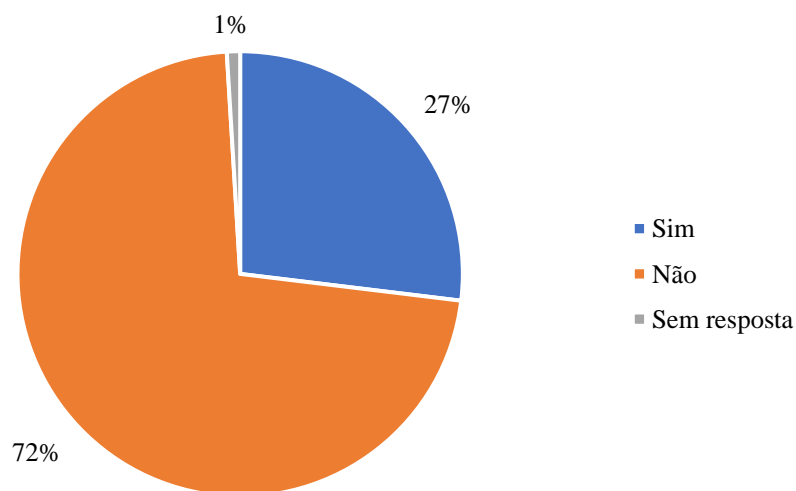
<sup>17</sup> Informação disponível em:  
<https://uspdigital.usp.br/janus/componente/disciplinasOferecidasInicial.jsf?action=1&tipo=T&codepg=85>  
Acesso em: 8 de fevereiro de 2019.

<sup>18</sup> Informação disponível em:  
<https://uspdigital.usp.br/janus/componente/disciplinasOferecidasInicial.jsf?action=3&sgldis=TNA5787>  
Acesso em: 9 de março de 2019.

plenamente desenvolvida, havendo a necessidade de pesquisa e desenvolvimento para melhorar os processos existentes e para criar outros mais econômicos e seguros. Trata-se, portanto, de um conteúdo importante, porém, só têm acesso a esta formação os estudantes que optam por cursar a disciplina.

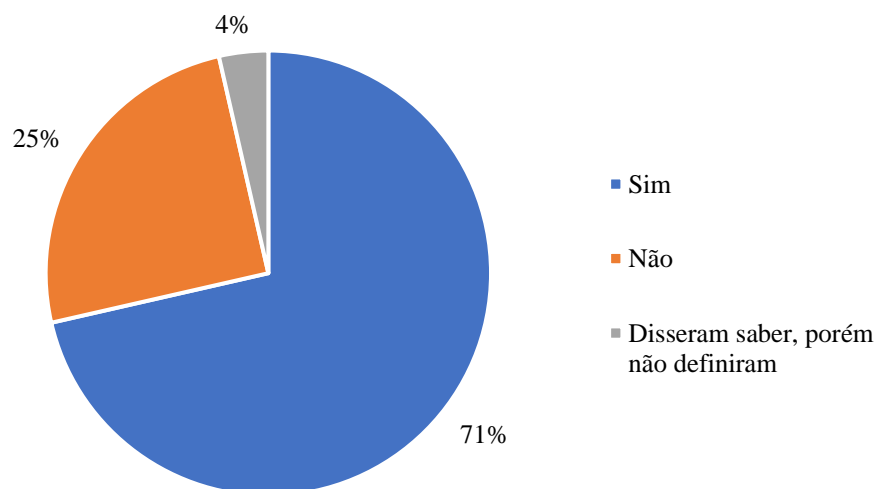
Sequencialmente no questionário, os respondentes foram indagados sobre o conhecimento a respeito de rejeito de baixo, médio e alto nível de radiação (gráfico 15) e, dos que disseram saber, 71% definiram corretamente (gráfico 16).

**Gráfico 15-** Distribuição dos estudantes quanto a afirmação sobre conhecer rejeito de baixo, médio e alto nível de radiação.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

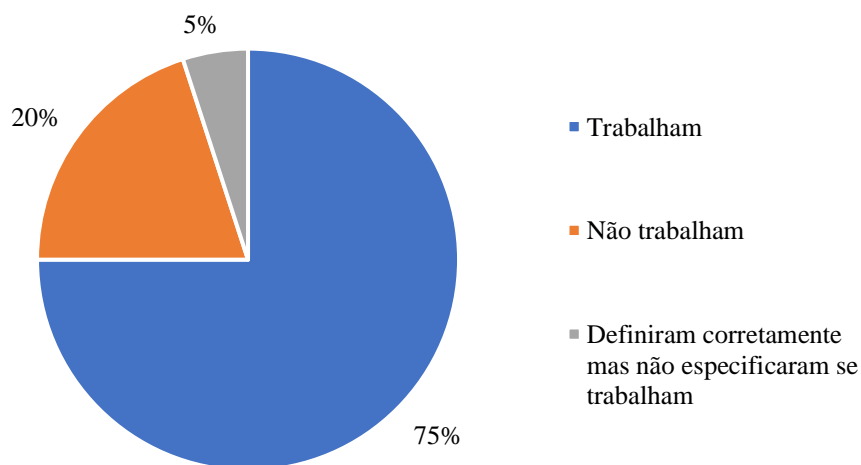
**Gráfico 16-** Distribuição dos estudantes que afirmaram saber a definição de rejeito de baixo, médio e alto nível de radiação quanto às respostas corretas e incorretas.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 28 estudantes respondentes

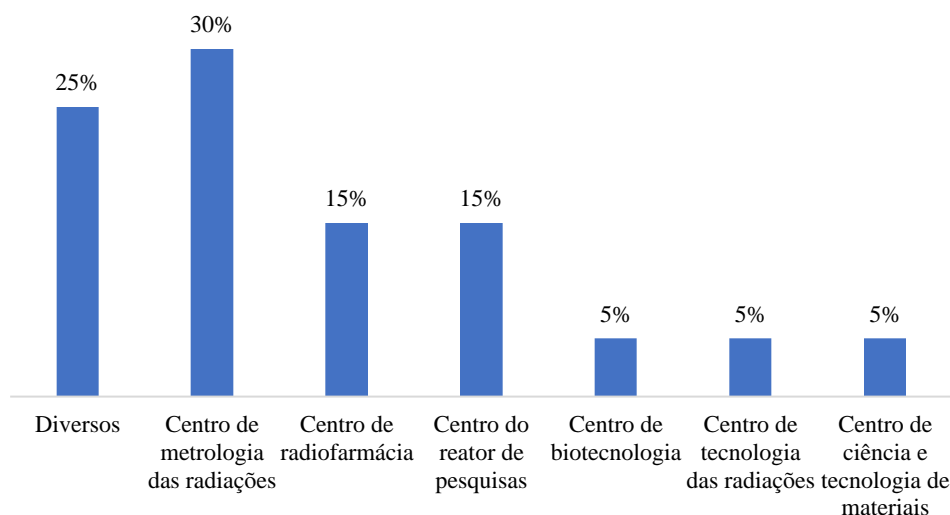
Dos que definiram corretamente, 75% dos estudantes trabalham com amostra radioativa (gráfico 17) e 30% desenvolvem sua pesquisa no centro de metrologia das radiações (gráfico 18).

**Gráfico 17-** Distribuição dos estudantes que trabalham com amostras radioativas que definiram corretamente os rejeitos de baixo, médio e alto nível de radiação.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 20 estudantes respondentes.

**Gráfico 18-** Distribuição dos estudantes que definiram corretamente os rejeitos de baixo, médio e alto nível segundo os centros em que realizam suas pesquisas.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 20 estudantes respondentes.

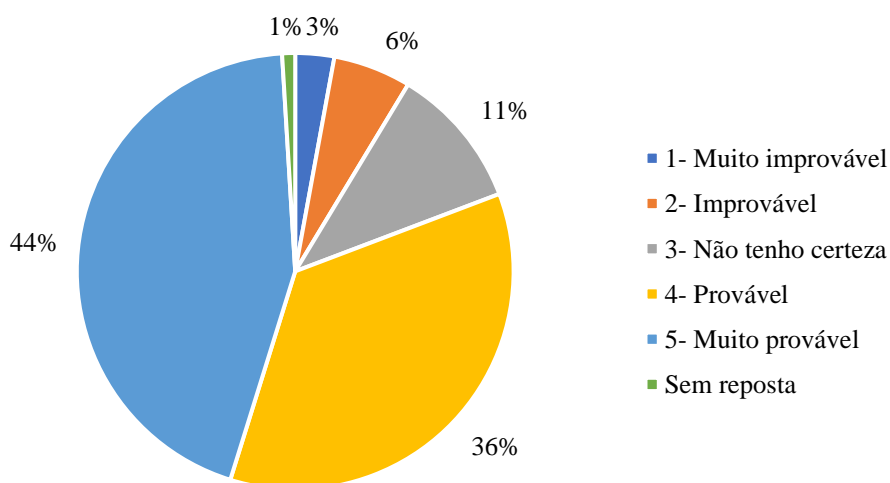
A depender do nível de radiação, diferentes estratégias de gerenciamento são empregadas (CNEN NN 8.01). Ainda que nem todos os materiais possam ser reciclados, algumas decisões podem contribuir para a minimização dos mesmos, como a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos e a confirmação do nível de radioatividade antes do descarte. De maneira positiva, a maior parte dos estudantes que conhecem a definição, trabalham com amostras radioativas, o que é bastante importante do ponto de vista de gerenciamento. Quanto aos centros em que esses estudantes desenvolvem suas pesquisas, o centro de metrologia das radiações foi o mais representativo. De acordo com o site institucional do IPEN<sup>19</sup>, nesse local são desenvolvidos métodos de medição de grandezas associadas à radiação ionizante, cujos laboratórios foram criados com o objetivo de dar suporte ao Serviço de Proteção Radiológica no atendimento aos requisitos da Norma CNEN 3.01, que trata das Diretrizes Básicas de Radioproteção. Ou seja, trata-se de um importante centro do ponto de vista de segurança das práticas de laboratório. Nos demais centros, como por exemplo o centro de radiofarmácia, no qual são produzidos e distribuídos diversos produtos radioativos para diagnóstico e tratamentos, há a manipulação de materiais radioativos, e o conhecimento de referida definição é muito importante.

<sup>19</sup> Disponível em: [https://www.ipen.br/portal\\_por/portal/interna.php?secao\\_id=2896](https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=2896)

A pergunta seguinte do questionário buscou verificar quantos indivíduos trabalham com amostras radioativas. Dos estudantes respondentes, 52% afirmaram trabalhar com esses materiais, 47% não trabalham e 1% não respondeu. Dos que trabalham, 11,6% o fazem há menos de seis meses, levando em conta a época de aplicação do questionário, 57,4% há mais de seis meses e 31,5% não especificaram. Dentro do mesmo grupo, 37% têm pesquisas relacionadas diretamente com essas amostras, 44% indiretamente e 10% não especificaram.

Na pergunta seguinte buscou-se verificar a intenção de considerar métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos durante os trabalhos, sendo que 44% apontaram ser muito provável que o façam (gráfico 19).

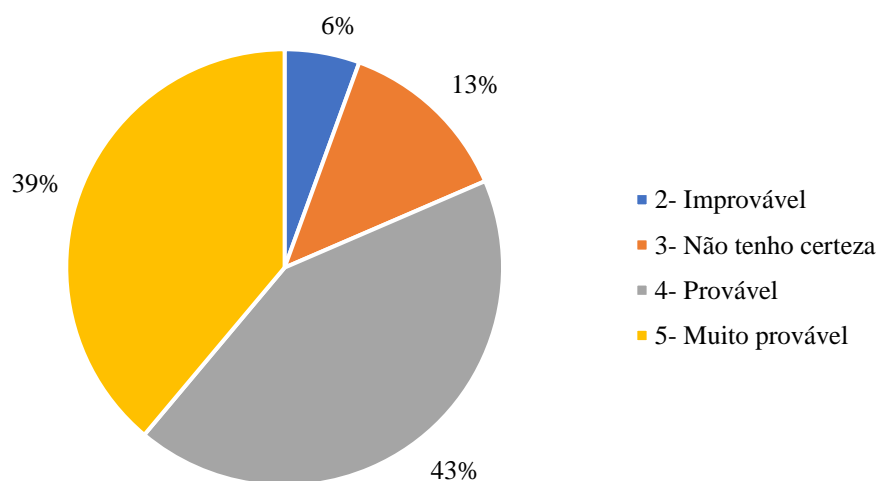
**Gráfico 19-** Distribuição dos estudantes quanto à consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Dos que trabalham com amostras radioativas, 39% consideram ser muito provável a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos (gráfico 20).

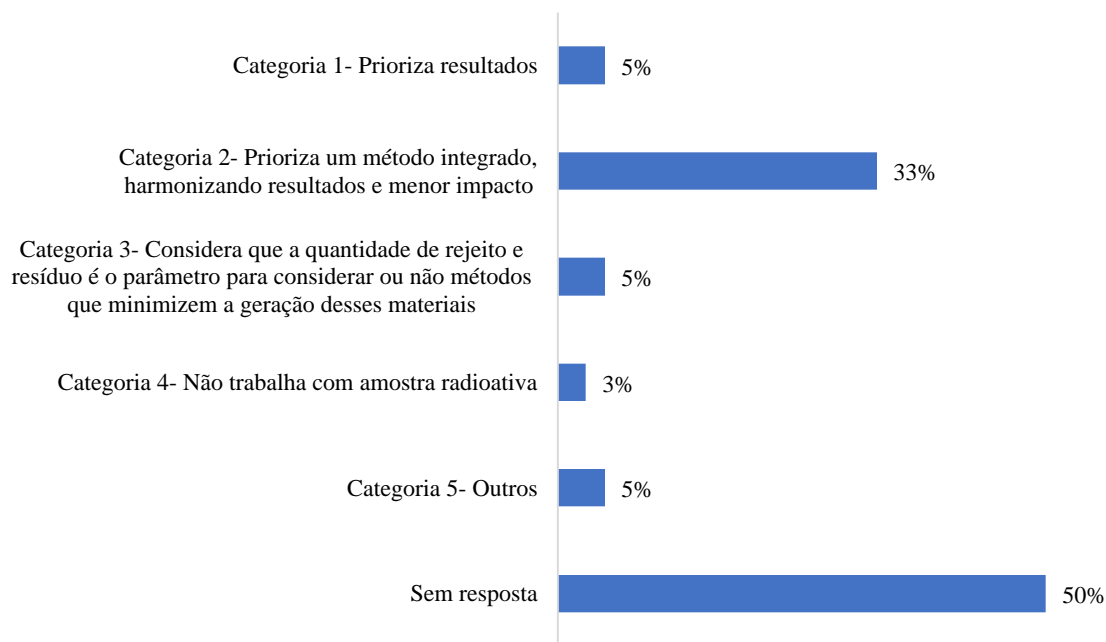
**Gráfico 20-** Distribuição dos estudantes que manipulam amostras radioativas quanto à consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 54 estudantes respondentes.

Complementarmente, foi solicitada a contextualização de exemplos, e as respostas foram categorizadas conforme apresentado no gráfico 21.

**Gráfico 21-** Distribuição das respostas dos estudantes segundo a contextualização de exemplos para a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

No grupo respondente, 33% dos estudantes procura harmonizar resultados e menores impactos, conforme a frase a seguir evidenciada:

Ao embalar as amostras radioativas para descarte, usar o mínimo de papel.  
(Estudante 53)

Porém, assim como observado na etapa anterior do questionário, há também quem afirme que esses métodos podem comprometer resultados, como mostra a frase a seguir:

Dependendo do "ganho" para o andamento de pesquisas, eu poderia ou não considerar uma menor geração de resíduos, me baseando no custo/benefício para a ciência” (Estudante 20)

Ou seja, a consideração de métodos que gerem menos resíduos e rejeitos é balizada também pelo ganho na ciência, o que evidencia outra importante questão, além do conhecimento e do sentimento de corresponsabilização por parte dos indivíduos, quando se pensa na adoção ou não de práticas mais adequadas ambientalmente. Outros fatores são também levados em consideração em momentos de decisão, conforme reflete Corrêa (2011, pág. 7):

[...] pessoas adotam, com frequência, critérios e estimativas subjetivas e fatores de difícil controle muitas vezes influenciam nas decisões. Além disso, há subjetividade também na avaliação dos resultados, na decisão, levando a questionamentos sobre a racionalidade nela envolvida [...]. Nessa linha de pensamento, Simon (1957) (ganhador do Nobel de Economia) sugeriu que a tomada de decisões em humanos não seria necessariamente irracional, mas a expressão de uma racionalidade limitada. Sujeitos consideram as alternativas uma a uma e selecionam tão logo encontram uma que pareça satisfatória ou boa o suficiente para satisfazer seu nível mínimo de aceitabilidade.

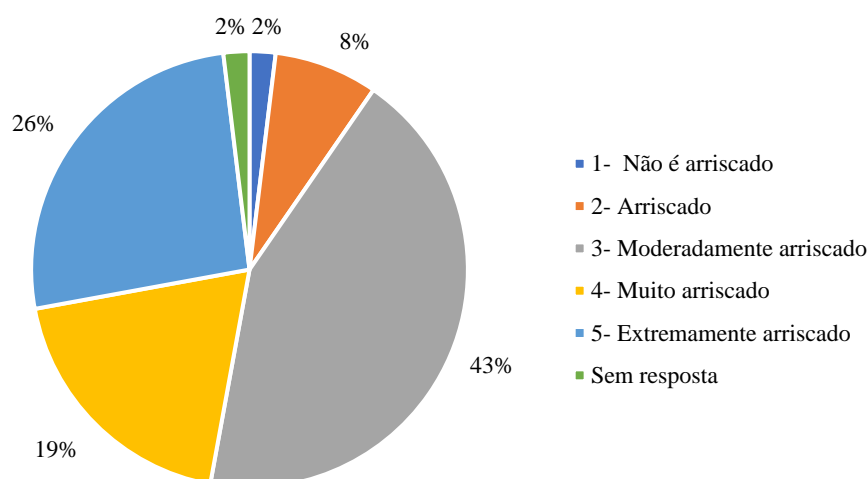
Outra questão relevante para área com relação à questão de geração de resíduos e rejeitos radioativos está relacionada ao fato de que um dos maiores desafios enfrentados pelo setor nuclear mundialmente é a aceitação pública e sua percepção de risco, o que dificulta a instalação de repositórios (FERREIRA; SOARES, 2012). Assim, encontrar uma área com a estrutura necessária e que seja aceita pela comunidade é um processo longo. Nesse contexto,

métodos que gerem menor volume de rejeitos radioativos devem ser prioridade, e formar estudantes que estejam preparados e sensibilizados para a questão também é fundamental.

Cabe destaque também os 50% que não apresentaram um exemplo. Trata-se de uma porcentagem superior àquela referente à soma dos estudantes que afirmaram ser muito improvável (3%), improvável (6%) ou não ter certeza (11%) sobre a consideração desses métodos (gráfico 19). Ou seja, apesar de considerarem ser provável ou muito provável, os estudantes não souberam identificar um método que gerasse menos resíduos e rejeitos radioativos em suas pesquisas.

Com a pergunta seguinte foi possível verificar a percepção de risco com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas (gráfico 22).

**Gráfico 22-** Distribuição dos estudantes segundo a percepção de risco quanto a trabalhar com amostras radioativas.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

A manipulação de material radioativo tem perigo associado, entretanto, medidas de segurança podem minorar a probabilidade de ocorrência de situações adversas. No entanto, 69% consideram o risco entre 4- muito arriscado e 5- extremamente arriscado. Uma vez que os estudantes estão inseridos em um programa de pós-graduação de tecnologia nuclear, lhes é apresentado os preceitos da proteção radiológica, nos quais devem se basear para a manipulação de material radioativo. Dentre as disciplinas obrigatórias oferecidas aos estudantes de mestrado e doutorado, cabe destaque aquela intitulada “Fundamentos de Tecnologia Nuclear- Proteção Radiológica”. De acordo com o catálogo<sup>20</sup> de disciplinas, a

<sup>20</sup> Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/janus/componente/catalogoDisciplinasInicial.jsf?action=3&sgldis=TNA5781>



justificativa para sua oferta é: *“Necessidade do nivelamento dos conhecimentos básicos de proteção radiológica, permitindo que alunos de diferentes formações desenvolvam as suas especialidades com maior competência e segurança nas aplicações da radiação ionizante.”*

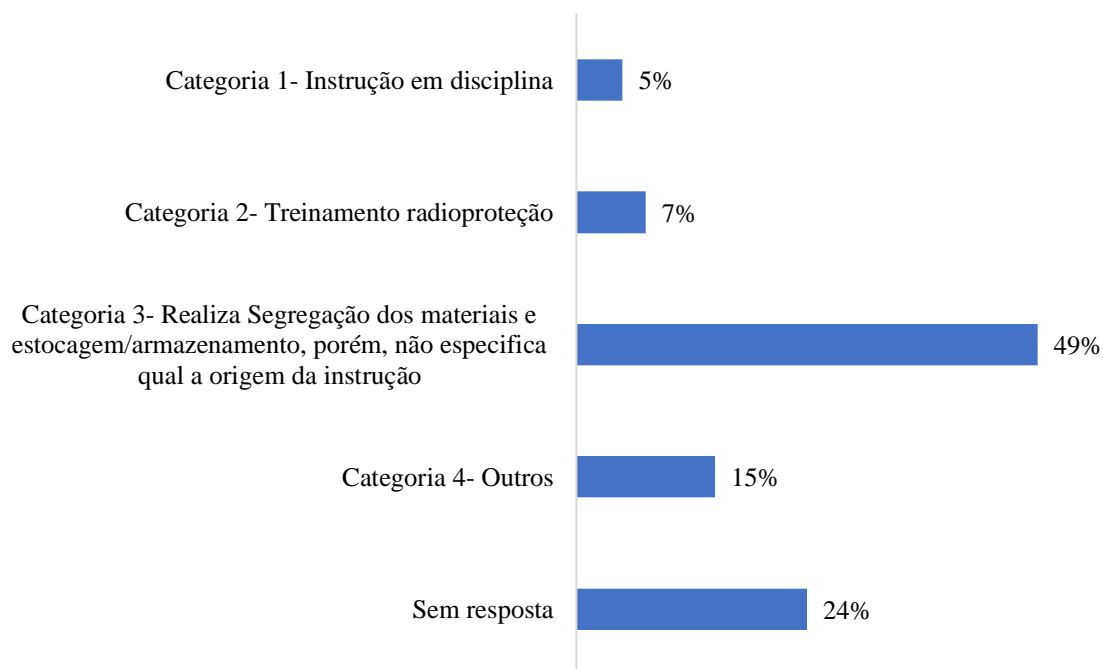
Ou seja, na existência de referido nivelamento, a percepção de risco não deveria ser elevada, haja vista que são tratados os procedimentos de segurança que permitem a minimização das chances de acidentes. Entretanto, contrariamente, o conhecimento adquirido não demonstra impacto na mudança na percepção de risco dos estudantes respondentes. Ou seja, falhas no processo de aquisição de conhecimento a respeito dos procedimentos de segurança podem permitir que a percepção de risco permaneça alta. Dessa maneira, apesar de se tratar de estudantes que recebem a mesma base de conhecimento em termos de disciplinas obrigatórias, trabalhando ou não com a tecnologia nuclear, a percepção de risco é bastante variável.

Cabe destacar também que parte dos estudantes respondentes (14%) realizam iniciação científica no instituto e, por essa razão, não cursam as referidas disciplinas.

Sequencialmente os estudantes foram questionados quanto ao recebimento de instruções sobre segregação dos resíduos e rejeitos radioativos, dos quais 61% declararam não ter recebido, 37% declararam ter recebido e 3% não responderam. Dos indivíduos que trabalham com amostras radioativas, 59% receberam instrução e 41% não receberam.

Adicionalmente a essa pergunta, foi solicitado aos respondentes mencionar quais as instruções recebidas, sendo que as respostas foram categorizadas de acordo com o exposto no gráfico 23.

**Gráfico 23-** Distribuição dos estudantes que receberam instruções sobre segregação dos resíduos e rejeitos radioativos segundo os exemplos fornecidos por categoria.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 41 estudantes respondentes.

A norma CNEN NN 8.01, preconiza que a dispensa de rejeitos radioativos deve obedecer a diferentes critérios conforme seu estado físico, e deve seguir os valores limites estabelecidos para cada tipo de material. Dessa forma, as instruções prévias ao início da manipulação de materiais radioativos são importantes para seu adequado gerenciamento.

De acordo com o observado, foram duas as formas principais citadas como fonte de instruções, sendo elas advindas do conteúdo abordado em uma disciplina do programa de pós-graduação, como reflete a frase a seguir:

Disciplina de fundamentos de tecnologia nuclear - proteção radiológica. (Estudante 13)

E do curso de radioproteção, o qual deve ser fornecido a todos os estudantes ao iniciarem suas práticas laboratoriais, como mostra a frase seguinte:

Treinamento da equipe de radioproteção para segregação de diversos resíduos/rejeitos radioativos. (Estudante 34)

Entretanto, cabe destacar também o papel do (a) docente orientador (a), que é um elemento bastante importante no sentido de reforçar ao estudante a importância da separação adequada. A frase a seguir exemplifica o papel importante do (a) orientador (a) na questão:

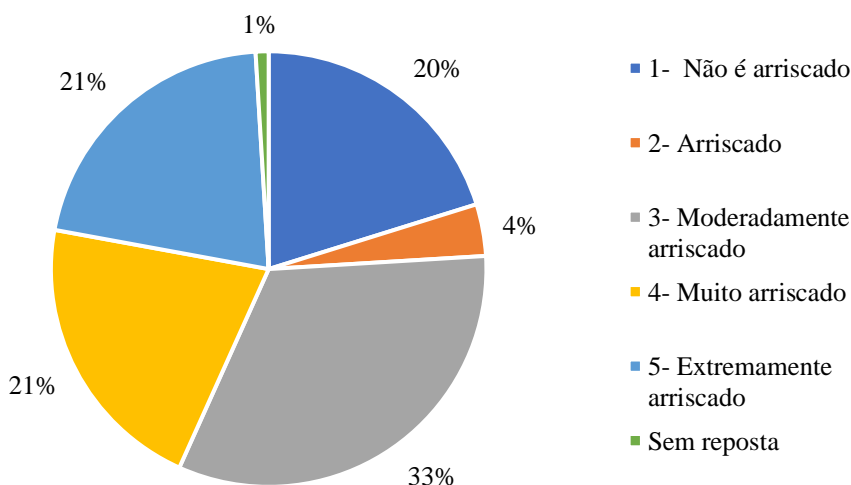
Realizei a disciplina de rejeitos antes de começar a parte experimental, sendo essa decisão da minha orientadora. (Estudante 18)

Neste caso, a disciplina em questão, que é importante para os estudantes e pesquisadores que manipulam amostras radioativas, só foi cursada devido à sugestão do (a) orientador (a), o que foi fundamental.

Quanto aos estudantes que não forneceram um exemplo (24%), apesar de afirmarem que receberam as instruções, não souberam informar quais foram essas.

Na pergunta seguinte os estudantes foram questionados sobre suas percepções de risco. Em uma situação hipotética foram instados a descartar um par de luvas contaminado em um contentor para materiais não contaminados (gráfico 24).

**Gráfico 24-** Distribuição dos estudantes segundo a percepção do risco de descartar um par de luvas contaminado em um contentor para materiais não contaminados.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

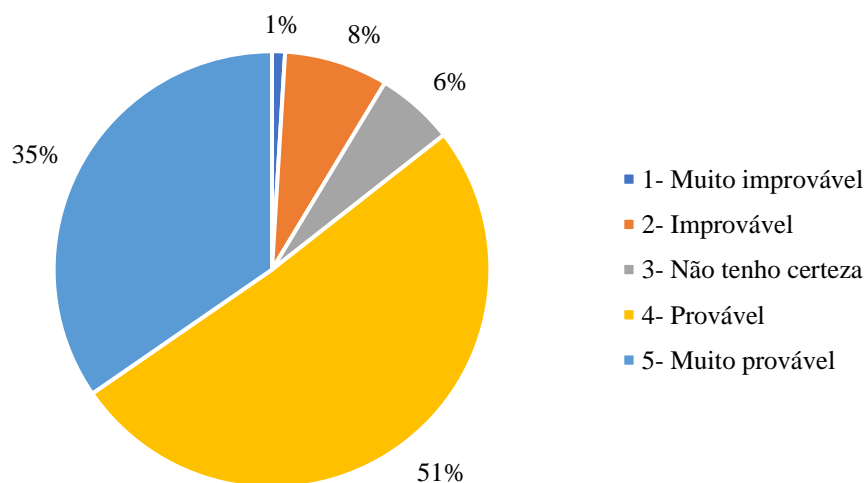
Nos laboratórios do IPEN são manipulados materiais de diversas origens e, nessa manipulação, somente a pessoa que manipula sabe com o que está trabalhando, o que lhe confere responsabilidade sobre o descarte adequado. Nesse sentido, caso seja um material com alto grau de contaminação, os danos poderão afetar outras pessoas. Dessa forma, a

certificação da presença de radioatividade antes do descarte é fundamental para evitar contaminações ou aumento do volume de materiais contaminados, porém, 20% consideram não arriscado o ato de jogar um par de luvas contaminado em um contentor para materiais não contaminados.

Mais uma vez, é possível relacionar a percepção de risco da situação hipotética descrita com os preceitos da proteção radiológica. De acordo com os Princípios Básicos de Segurança e Proteção Radiológica (2014), faz parte das regras básicas de proteção radiológica para evitar exposição desnecessária à radiação a presença frequente de um detector de radiação para monitoração nos laboratórios. Além disso, o documento ressalta a importância da seleção e treinamento de pessoal, ou seja, os critérios para seleção de pessoal devem ser apropriados às metas da Instituição e o treinamento após a admissão deve possuir um conteúdo programático adequado, levando em conta as necessidades de proteção radiológica identificadas para cada posto de trabalho (Princípios Básicos de Segurança e Proteção Radiológica, 2014). Portanto, descartar um material contaminado em local inadequado pode causar a contaminação de outros materiais antes não contaminados, o que vai de encontro com os princípios da proteção radiológica, podendo resultar em um impacto ambiental e aumento do volume do material a ser imobilizado.

Em sequência, a pergunta buscava verificar se os estudantes consideravam a geração/manipulação de resíduos e rejeitos radioativos uma forma de se exporem a riscos (gráfico 25).

**Gráfico 25-** Distribuição dos estudantes segundo a percepção de se exporem a risco decorrente da geração/manipulação de resíduos e rejeitos radioativos.

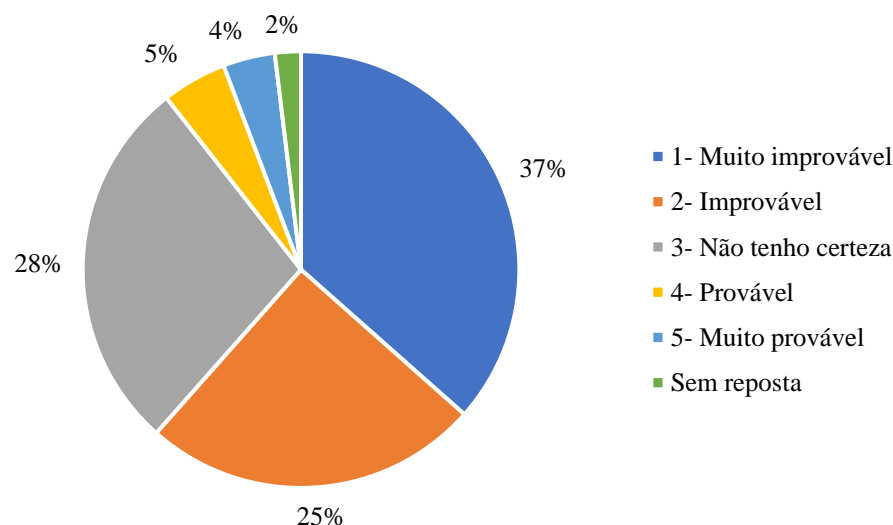


Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Ao comparar os resultados apresentados no gráfico 24 e os presentes no gráfico 25, é possível verificar que, de uma forma geral, os estudantes veem um risco relativo quando se trata do descarte de uma luva contaminada em um contentor para materiais não contaminados, mas esta percepção de risco aumenta consideravelmente quando a exposição pode colocar em risco a própria segurança. Pode estar também ocorrendo uma negligência, quando se trata de expor ao perigo o Outro e não a si próprio. Lembrando que conforme descrito nas normas da CNEN para gerência de rejeitos radioativos (CNEN NN 8.01), são necessárias medidas de segurança para a manipulação dos rejeitos radioativos. Portanto, as chances de ocorrência de acidentes diminuem na geração e manipulação quando o indivíduo segue normas, o que não é o caso ao jogar luvas contaminadas em um contentor para materiais não contaminados, o que representa um gerenciamento inadequado.

Na pergunta seguinte os estudantes foram solicitados a imaginar uma situação em que se encontram no fim da iniciação científica/mestrado/doutorado, porém, a pesquisa não foi encerrada. Sendo assim, o indivíduo foi questionado se consideraria se expor a riscos para atingir seus objetivos pelo fato de estar premido pelo tempo (gráfico 26).

**Gráfico 26-** Distribuição dos estudantes segundo a disposição de se expor a riscos para atingir seus objetivos devido a estar premido pelo tempo para finalização da pesquisa.



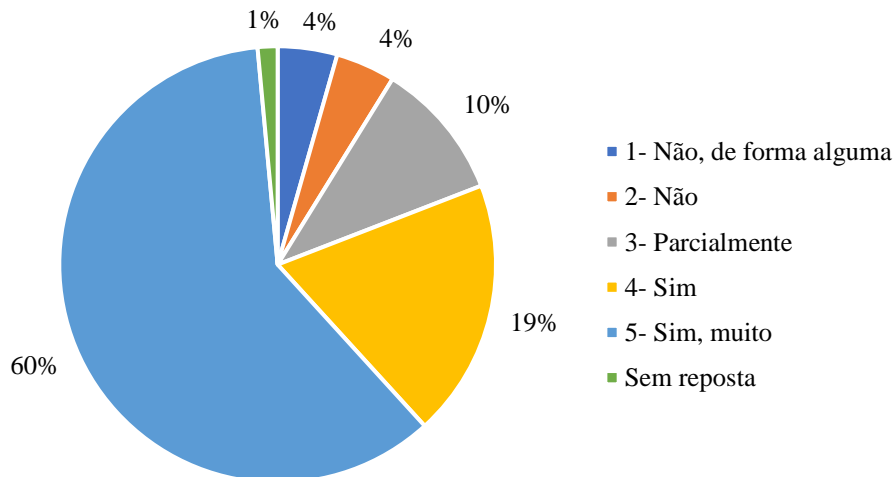
Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

Não é de hoje que a ciência vem sofrendo uma pressão perversa com relação ao produtivismo acadêmico, o que tem afetado os pesquisadores e as universidades brasileiras (assim como já ocorreu ou vem ocorrendo em diferentes partes do mundo), conforme discute Rego (2014). Isso pode desencadear um conjunto de desdobramentos negativos no processo de se fazer ciência e produzir conhecimento, como por exemplo, relativizar o risco de forma a terminar nos prazos cada vez mais exíguos para a conclusão de mestrados e doutorados. Além da pressão para a publicação de artigos. Positivamente, a maior parte dos estudantes respondentes (62%) consideraram ser muito improvável e improvável se exporem a risco ainda que haja pressão do tempo.

Na penúltima pergunta buscou-se verificar possíveis mudanças na percepção de risco dos estudantes com relação à tecnologia nuclear em caso de mais de seis meses<sup>21</sup> de pesquisa no instituto (gráfico 27).

<sup>21</sup> Apesar de alguns estudantes com menos de seis meses no instituto terem respondido à pergunta, esses foram excluídos da contabilização e análise, uma vez que o enunciado especificava o grupo de interesse.

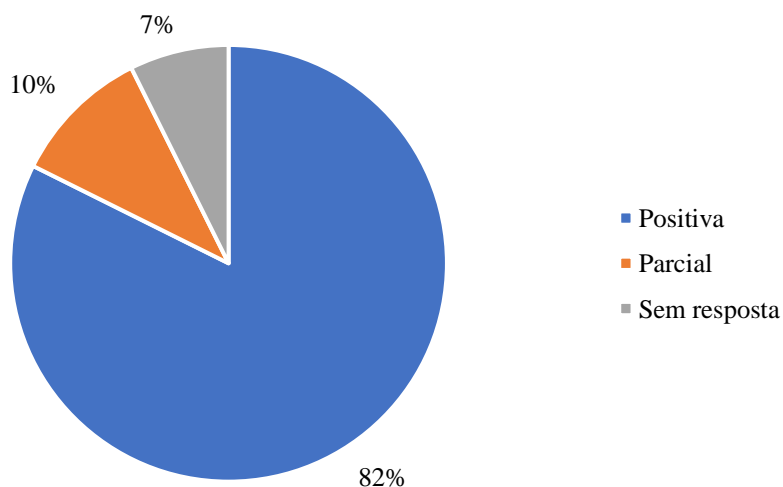
**Gráfico 27-** Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a mudança na percepção de risco em relação à tecnologia nuclear.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 68 estudantes respondentes.

Em sequência foram questionados se essa mudança, caso existisse, seria positiva, negativa ou parcial (gráfico 28).

**Gráfico 28-** Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a classificação da mudança de percepção com relação à tecnologia nuclear.

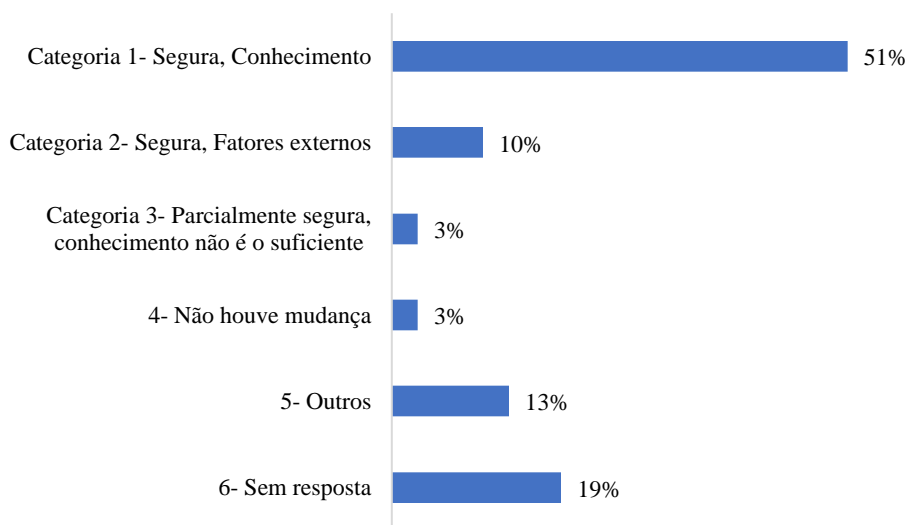


Fonte – Elaboração própria.  
Base- 68 estudantes respondentes.

Complementarmente, foi solicitada a justificativa para a pergunta acima, e as respostas foram categorizadas em: 1- Segura, conhecimento, na qual foram inseridas as

respostas que indicam que os estudantes passaram a enxergar a tecnologia como segura devido ao conhecimento adquirido; 2- Segura, fatores externos, pois consideram que os indivíduos responsáveis e as normas que regem a tecnologia a tornam segura; 3- Parcialmente segura, conhecimento não é suficiente, uma vez que os estudantes alegam que ainda não mudaram sua percepção com relação à tecnologia devido à falta de conhecimento; 4- Não houve mudança; 5- Outros, em que foram inseridas as respostas inconclusivas e 6- sem resposta (gráfico 29).

**Gráfico 29-** Distribuição dos estudantes que contam com mais de seis meses de atuação no IPEN segundo a justificativa para as mudanças sobre a percepção em relação à tecnologia nuclear.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 68 estudantes respondentes.

Notavelmente a maior parte dos estudantes respondentes (82%) considera que houve uma mudança positiva pois adquiriram conhecimento a respeito da tecnologia, e aquilo que era visto como algo maléfico, teve sua imagem alterada e passou a ser visto como algo positivo, como indicam as seguintes frases:

Já havia sido exposto por causa da minha formação. No entanto perdi um pouco do "medo" que tinha com radiação. (Estudante 16)

Como qualquer outra pessoa sem o conhecimento considera que tudo relacionado a radiação é um problema. Porém com o conhecimento adquirido, essa deixa de existir permitindo a percepção dos pontos positivos dessa tecnologia. (Estudante 17)



Ao verificar as percepções de risco de ambos os estudantes referentes ao gráfico 22, as categorias foram respectivamente 2 e 3, ou seja, arriscado e moderadamente arriscado, e ambos trabalham com amostras radioativas. Assim, a comparação entre as duas perguntas permitiu indicar que o conhecimento adquirido possivelmente modificou as percepções de risco. Entretanto, no caso do Estudante 2, sua justificativa foi:

Mesmo não trabalhando na área nuclear/radioativa, nos são apresentados cursos/disciplinas mostrando como manipular e qual risco.

Nesse caso, a categoria de sua percepção de risco foi 5, ou seja, extremamente arriscado. Na comparação entre os três estudantes, o fato de trabalhar com amostras radioativas pode ter sido o fator determinante da mudança.

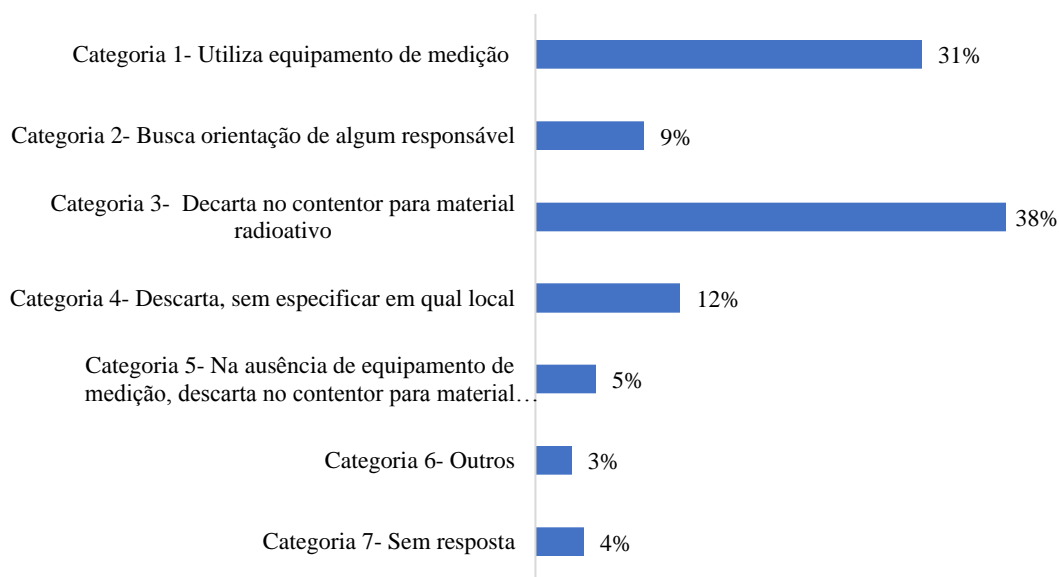
Outra frase que cabe destacar foi a do Estudante 3, que afirmou:

Apesar de não receber instruções claras sobre o descarte correto, minha percepção mudou bastante, conforme a convivência/vivência/experiência.

O estudante em questão ingressou no instituto em 2009, e ainda assim destaca a falta de instruções claras sobre descarte correto dos rejeitos radioativos.

Finalmente, na última pergunta do questionário havia orientação para que os estudantes imaginassem uma situação em que, durante um experimento, há a utilização de um par de luvas e não se sabe se está contaminado e, nesse caso de dúvida, qual atitude seria tomada. As respostas receberam categorias conforme mostra o gráfico 30.

**Gráfico 30-** Distribuição dos estudantes segundo a decisão sobre o que fazer com um par de luvas usado na incerteza de contaminação.



Fonte – Elaboração própria.  
Base- 104 estudantes respondentes.

A maior parte dos indivíduos respondentes (38%) declarou que, referida situação, a decisão seria descartar no recipiente para material contaminado, bem como explicita a frase a seguir enunciada pelo estudante 39:

Descartaria na caixa de lixo radioativo.

Entretanto, conforme ressaltado anteriormente, os materiais manipulados em laboratório devem ser monitorados antes do descarte com uso do detector de radiação, assim como mencionado na seguinte frase:

Verificaria a contaminação ou não do par de luvas em um detector presente no laboratório. (Estudante 33)

Essa atitude não deixa espaço para dúvida. Outra frase mencionada por um estudante foi:

Descartaria no descarte dos contaminados para evitar riscos. (Estudante 78)

Nesse caso, o aumento desnecessário do volume de material a ser tratado como contaminado não é considerado um risco para o estudante em questão. Cabe destacar que apenas 5% dos estudantes afirmaram que o descarte no contentor para material radioativo

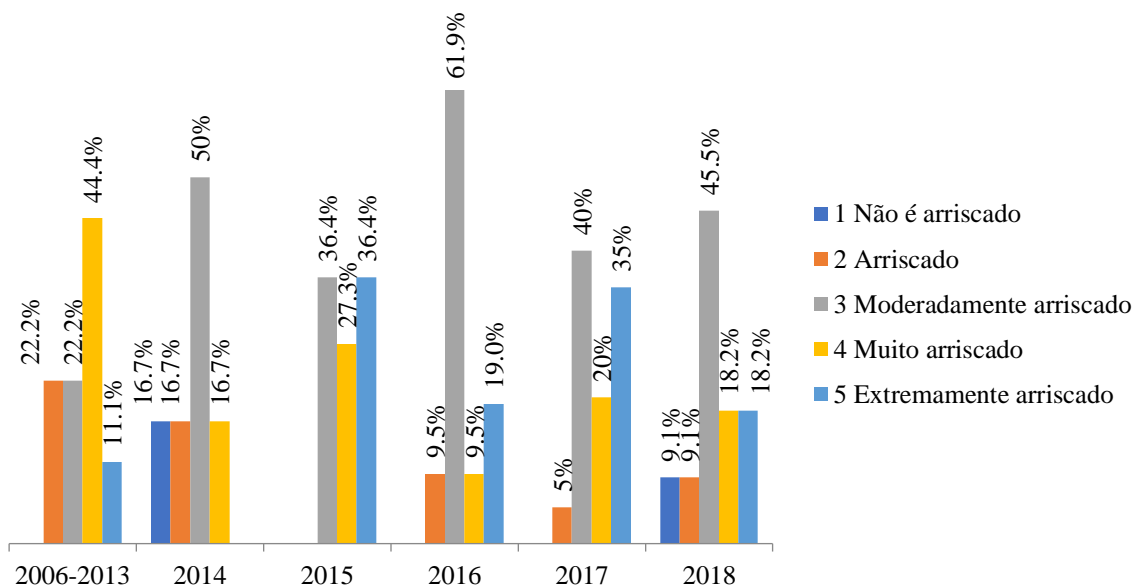
ocorreria apenas na ausência do equipamento de medição. Apesar de ser um item básico de segurança dentro de um laboratório, o descarte como material radioativo seria prudente em sua ausência, já que evitaria a contaminação de outros materiais.

#### 5.1.4. Exploração dos fatores que podem influenciar a percepção de risco dos estudantes com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas

Nessa etapa foram explorados alguns fatores que podem influenciar a percepção de risco dos estudantes com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas (figura 1), e os gráficos dessa análise são apresentados a seguir.

1- A primeira relação avaliada foi a do ano de ingresso dos estudantes que responderam ao questionário (fator tempo da figura 1) e a percepção de risco com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas.

**Gráfico 31-** Distribuição dos estudantes por ano de ingresso no IPEN, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.

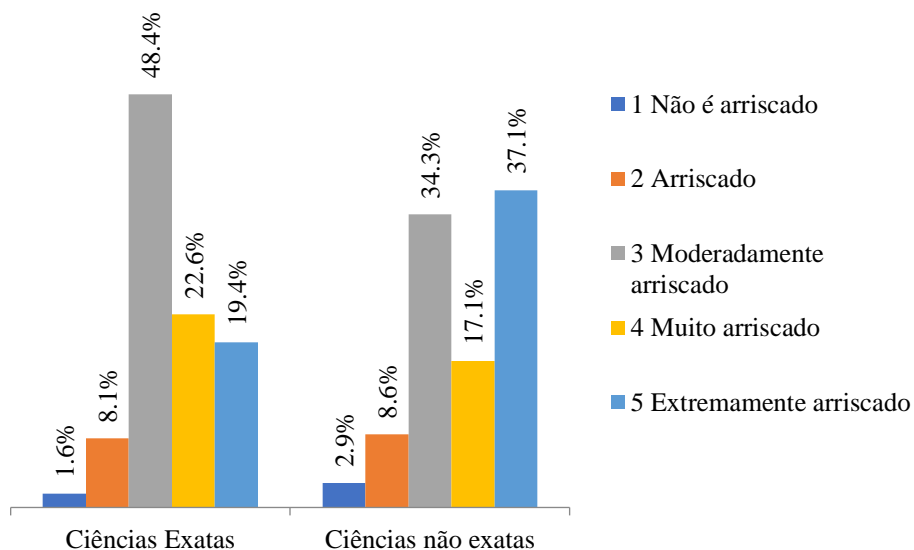


Fonte – Elaboração própria.

Base- 104 estudantes respondentes.

2- A segunda relação avaliada foi a formação prévia dos estudantes (fator conhecimento da figura 1) e a percepção de risco com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas.

**Gráfico 32-** Distribuição dos estudantes por área de formação, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.

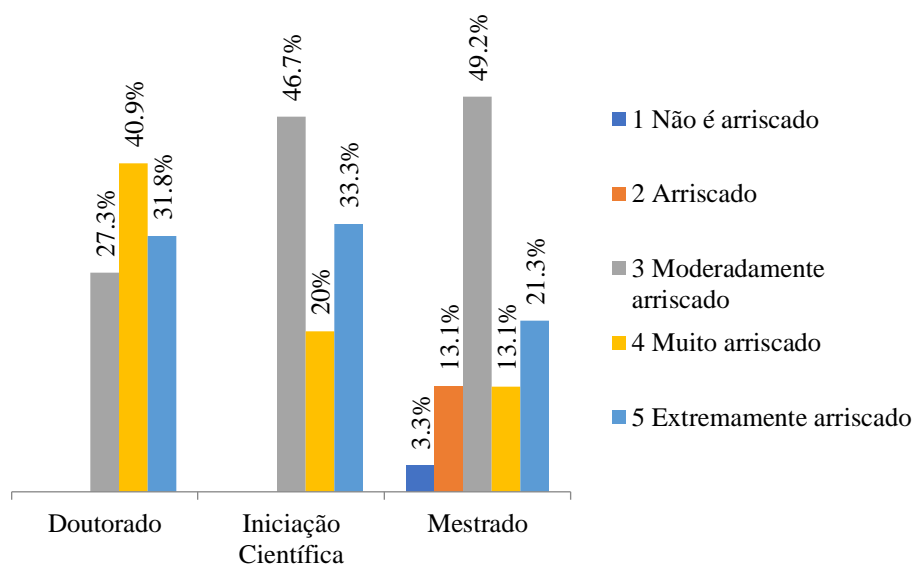


Fonte – Elaboração própria.

Base- 104 estudantes respondentes.

3- A relação seguinte foi o que o estudante desenvolve no instituto (fator conhecimento da figura 1), incluindo iniciação científica, mestrado, doutorado, e a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas. Nessa análise não foram inseridos os pesquisadores de pós-doutorado e os estudantes de projetos pois sua representação no grupo respondente foi bastante baixa.

**Gráfico 33-** Distribuição dos estudantes por tipo de inserção no IPEN, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.

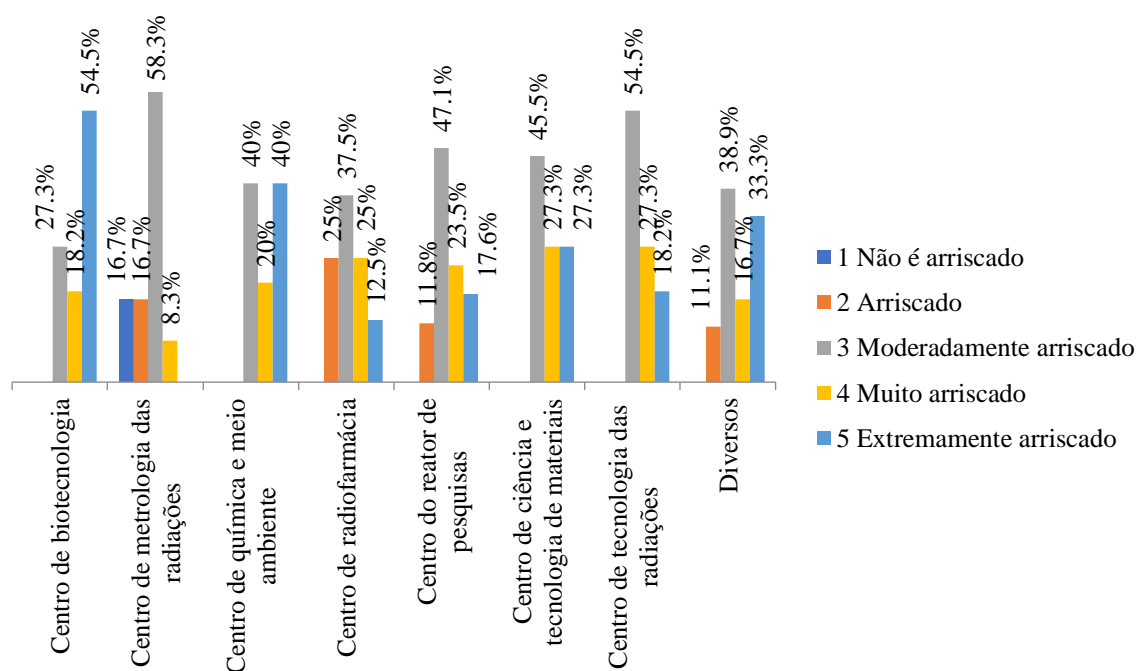


Fonte – Elaboração própria.

Base- 104 estudantes respondentes.

4- A relação seguinte foi o centro ou gerência em que os estudantes desenvolvem pesquisa (fator conhecimento e fator contato da figura 1) e a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.

**Gráfico 34-** Distribuição dos estudantes por área do IPEN onde desenvolve a pesquisa, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.

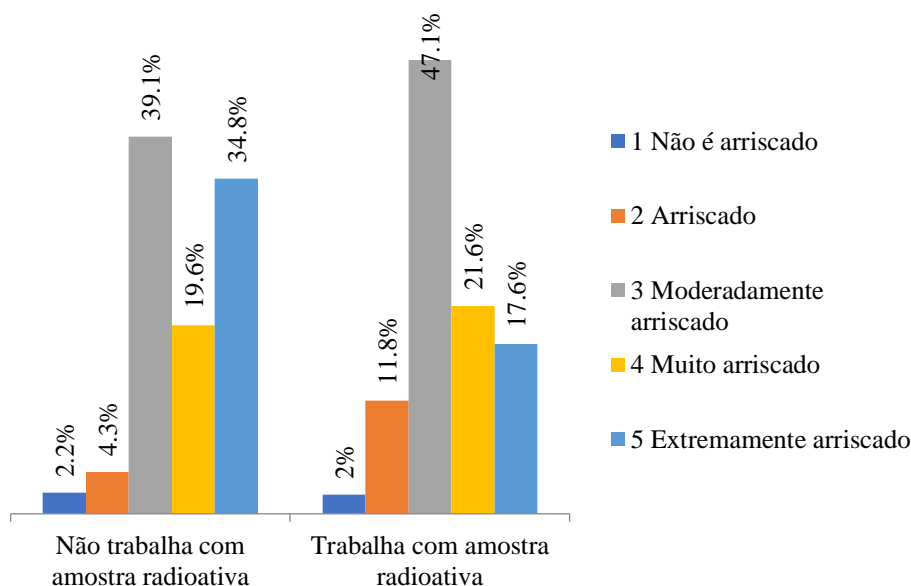


Fonte – Elaboração própria.

Base- 104 estudantes respondentes.

5- A última relação avaliada foi o fato de o estudante trabalhar ou não com amostras radioativas (fator contato da figura 1) e a percepção de risco com relação a essa manipulação.

**Gráfico 35-** Distribuição dos estudantes que trabalham ou não com amostras radioativas, segundo a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas.



Fonte – Elaboração própria.

Base- 104 estudantes respondentes.

#### Síntese da avaliação dos fatores que podem afetar a percepção de risco com relação ao ato de manipular amostras radioativas

Conforme discutido anteriormente, o programa de pós-graduação contempla em sua carga de disciplinas a Proteção Radiológica, que discute, entre outros assuntos, conceitos importantes para um desempenho laboratorial seguro. Ao seguir os procedimentos de segurança, como por exemplo o uso equipamentos de proteção individual e utilização de um detector de radiação, o estudante garante que seu experimento seja realizado com menores chances de ocorrência de acidentes. Além disso, o treinamento com a equipe de proteção radiológica antes do início das atividades em laboratório é mais uma forma de reforçar a necessidade de práticas seguras, tanto do ponto de vista pessoal quanto ambiental. Dessa maneira, à medida que o estudante se familiariza com os conceitos e acrescenta mais conhecimento ao seu repertório, aliado ao tempo de contato com a tecnologia, maiores são as chances de mudança de sua percepção de risco. Entretanto, os resultados acima apresentados não indicam isso com o grupo estudado.

Observa-se que, apesar do tempo considerável no instituto (gráfico 31), tendo como base os estudantes que ingressaram entre 2006 e 2013, a categoria 5 (muito arriscado) permanece. Como destacado anteriormente, por se tratar de um material perigoso,

evidentemente o perigo está associado aos rejeitos radioativos, porém, medidas de segurança em seu gerenciamento diminuem as chances de acidentes.

Em estudo realizado por Seong et al. (2017), os pesquisadores buscavam conhecer a percepção de risco associada à exposição à radiação abaixo de 100 millisievert de pesquisadores coreanos. De acordo com o estudo, avaliar os níveis de percepção entre os especialistas é importante para a comunicação com o público, já que as opiniões desses indivíduos exacerbam a confusão do público. Os autores concluem que ter 11 anos de experiência em pesquisa foi um fator crítico associado à percepção de risco de radiação. Além disso, discutem que quanto mais conhecimento e experiência profissionais se tem, menor é a percepção de risco radiológico e, dessa forma, pouca experiência de radiação, que inclui educação e treinamento, é suficiente para alterar a percepção de risco. Entretanto, o gráfico em questão demonstra que o tempo de pesquisa no IPEN não está associado a menor percepção de risco, o que permite o seguinte questionamento: Até que ponto os estudantes absorvem o conhecimento que lhes é passado?

Com relação à formação dos estudantes (gráfico 32), verifica-se uma tendência de maior percepção de risco entre aqueles com formação nas ciências não exatas, exemplificado pelos cursos de arquitetura e urbanismo e relações internacionais. Uma possível razão é o fato de esses estudantes não terem tido contato com o conhecimento relacionado à tecnologia em sua formação anterior, o que poderia acarretar em uma percepção e representação pré-concebidas.

Quanto à análise da percepção de risco entre os estudantes de iniciação científica, mestrado e doutorado (gráfico 33), é possível verificar que há uma tendência na qual a percepção de risco dos estudantes de mestrado é maior do que aquela dos estudantes de iniciação científica e doutorado. Uma possível explicação poderia ser que, no caso dos estudantes de iniciação científica, esses não têm acesso às disciplinas que tratam da proteção radiológica, o que poderia lhes conferir menor conhecimento sobre os procedimentos de segurança em relação aos demais e, possivelmente, maior percepção de risco. Já quanto aos estudantes de doutorado, desses seria esperada menor percepção de risco em comparação às três categorias, fato esse não observado no presente estudo.

Na penúltima análise (gráfico 34), ao comparar os centros em que os estudantes realizam suas pesquisas, também não foi observada uma tendência, e as percepções são variáveis. Entretanto, cabe destacar que o único centro no qual a categoria 1 (não arriscado) aparece é o centro de metrologia das radiações, no qual, assim como destacado anteriormente,



são desenvolvidas pesquisas sobre medição de grandezas associadas à radiação ionizante. Ou seja, os estudantes pesquisam efeitos de doses, o que pode garantir melhor conhecimento.

Finalmente, quanto à análise da relação entre trabalhar ou não com amostras radioativas e a percepção de risco (gráfico 35), nem todos os estudantes realizam essa manipulação. Nesse sentido, é possível notar que a categoria 5- extremamente arriscado é mais presente entre os estudantes que não manipulam amostras radioativas.

Portanto, os resultados apresentados nessa etapa do presente estudo indicam que a percepção de risco entre os estudantes respondentes não demonstrou sofrer influência dos fatores mencionados, e não se observou um padrão como esperado. Entretanto, os elementos fornecidos indicam que as consequências dessa percepção difusa podem estar relacionadas à geração de resíduos e rejeitos radioativos.

Em um estudo realizado por Flôr e Gelbcke (2013), as autoras abordam a proteção radiológica e a atitude de trabalhadores de enfermagem em serviço de hemodinâmica. Em seus resultados discutem que os trabalhadores utilizam estratégia de defesa para justificar o uso incorreto, o desconhecimento ou mesmo a não utilização de algumas medidas de radioproteção, que foram evidenciadas por meio da alegação do desconforto e do peso das vestimentas de chumbo. Com isso, concluem que certas atitudes adotadas pelos trabalhadores se referem também à falta de um programa de educação permanente que aborde essa temática.

Dessa forma, uma possível consideração a partir das relações acima descritas seria de que, apesar de todos os esforços feitos do ponto de vista da radioproteção por parte do instituto, a percepção de risco não parece ser alterada. E o efeito disso deve ser analisado também sob a perspectiva socioambiental: Até que ponto a percepção de risco elevada e as representações sociais podem levar ao aumento da geração de rejeitos radioativos? De forma complementar, os resultados presentes no gráfico 30, que buscaram identificar a atitude dos estudantes na dúvida sobre a contaminação de um par de luvas utilizado em um experimento, evidenciam que, por considerarem o material perigoso, é mais seguro jogar no contentor para material radioativo. Entretanto, o procedimento da radioproteção que orienta o monitoramento no detector de radiação, permite a certificação antes do descarte e, com isso, o material pode ser descartado em local apropriado.

### 5.1.5. Evocação livre de palavras

Ao serem solicitados a listar cinco palavras a partir do termo indutor “Rejeito Radioativo”, os participantes que responderam à questão escreveram 553 palavras (tabela 2), das quais 327 eram diferentes entre si.

**Tabela 2-** Categorias das evocações e número de palavras por categoria.

<b>Categorias</b>	<b>Quantidade de termos</b>
Legislação	6
Elementos químicos	7
Desastres nucleares	12
Diversos	15
Meio ambiente	19
Processos tecnológicos ou locais que geram rejeitos	44
Rejeito radioativo	51
Características e processos químicos	59
Gerenciamento dos rejeitos radioativos	65
Segurança	102
Risco e perigo	173
<b>Total de evocações</b>	<b>553</b>

Fonte – Elaboração própria.

Do total de questionários respondidos, 11,2% dos estudantes deixaram de evocar ao menos uma palavra e 17,2% não elaboraram a frase com as palavras evocadas. O diagrama, o qual foi gerado a partir da rotina do Excel descrita no percurso metodológico (figura 2), apresenta a possível estrutura das representações sociais dos estudantes, composto pelas 11 categorias propostas.

**Figura 2-** Diagrama com frequência (F) e ordem média de evocação (OME) dos termos relacionados ao tema indutor “rejeito radioativo” com frequência mínima de evocações = 5.

Ordem média de evocações (OME) < 3.12			OME >= 3.12			
Frequência >= 50,27	Núcleo Central (NC)		Primeira Periferia (PP)			
	Frequência	OME	Frequência	OME		
	Risco e perigo	173	2,66	102	3,20	
	Características e processos químicos	59	2,78	Segurança		
	Rejeito Radioativo	51	2,65	Gerenciamento dos rejeitos radioativos	65	3,34
Frequência < 50,27	Zona de contraste (ZC)		Segunda periferia (SP)			
	Frequência	OME	Frequência	OME		
	Processos tecnológicos ou locais que gerem rejeitos	44	2,91	Meio Ambiente	19	3,26
				Diversos	15	3,73
	Elementos químicos	7	2,57	Desastres nucleares	12	3,67
				Legislação	6	3,50

Conforme proposto por Abric (2001), as representações sociais estão organizadas em torno de um núcleo central, o qual possui uma função de significação e organização. Trata-se de um elemento resistente às mudanças e, caso seja modificado, isso resulta em uma mudança completa da representação social de um indivíduo ou grupo a respeito de um tema (ABRIC, 2001).

A avaliação do diagrama permite identificar os elementos que possivelmente dão significado às representações sociais desses estudantes sobre rejeitos radioativos, ou seja, o provável núcleo central diz respeito principalmente ao perigo e risco oferecido pelo objeto, cujas palavras que compõem a categoria compreenderam termos como perigo, bomba atômica e terrorismo.

A categoria “características e processos químicos” reúne termos sobre as características que devem ser observadas durante a manipulação dos rejeitos radioativos e a categoria “rejeito radioativo”, com evocação de termos que figuraram exemplos destes materiais.

A categoria “risco”, bem como o conteúdo das frases, mostrou que os estudantes consideram um risco a manipulação de resíduos e rejeitos radioativos<sup>22</sup>, e os resultados apresentados nas sessões anteriores confirmam tal associação. Entretanto, a adoção de

<sup>22</sup> Apesar de o termo indutor ter sido rejeito radioativo, não está claro se os estudantes compreendem a diferença entre os termos.

medidas de segurança minimiza a ocorrência de situações adversas; as frases a seguir exemplificam esse cenário:

É necessário lidar com material radioativo com muita atenção e responsabilidade, pois é um material perigoso, que persiste para sempre no meio ambiente, sendo acumulativo. (Estudante 54)

Rejeito radioativo pode causar uma contaminação em mãos despreparadas e pode estar dando dose sendo muito perigoso para pessoas destreinadas. Dessa forma, deve-se ter responsabilidade ao manipular material radioativo e consciência na geração do lixo, pois o acúmulo de lixo radioativo pode destruir a natureza. (Estudante 51)

Os estudantes cujas frases foram acima transcritas realizam suas pesquisas no Centro do Reator de Pesquisas, sendo que ambos trabalham diretamente com amostras radioativas e são mestrando e pós-doutorando, respectivamente. Ou seja, a análise das frases pode indicar que o contato direto com esses materiais torna possível que o estudante reconheça o perigo associado aos rejeitos radioativos, e não o risco, tendo como base que, de acordo com o que pontua Luhmann (1996), o risco é caracterizado pela atribuição interna de possíveis danos. enquanto um possível dano causado pelo meio ambiente deve ser atribuído externamente e pode ser chamado de perigo. Entretanto, não foi possível verificar a distinção para ambos os conceitos nas frases elaboradas.

Outro elemento importante, e que corrobora com as características expostas nas frases, foram os relatos feitos pelos estudantes durante a aplicação do pré-teste, momento esse em que eles eram solicitados a comentar o questionário após seu preenchimento. Uma das observações feitas foi a de que o risco sempre vai existir, já que se trata de uma tecnologia de elevada energia e de elevado poder de impacto, porém, agir com cautela diminui as chances de situações adversas. Slovic (2000) discute que o risco é subjetivamente definido por indivíduos, que podem ser influenciados por uma ampla gama de fatores psicológicos, sociais, institucionais e culturais. O risco tem então diferentes representações para diferentes grupos. O autor pontua que quando especialistas julgam o risco, tal julgamento está relacionado às estimativas técnicas de fatalidades.

Com relação à categoria “rejeito radioativo”, uma característica importante foi a presença de termos como *lixo* e *resíduo*. Apesar da distinção feita pela CNEN entre resíduo e rejeito radioativo, a diferença não parece estar clara aos estudantes, como é possível verificar nas frases a seguir:

Produtos químicos podem gerar resíduos quando usados em usinas nucleares, portanto, estes dejetos devem ser manipulados com segurança. (Estudante 68)

Para evitar a contaminação é necessário o descomissionamento das ferramentas e áreas expostas. Assim evitamos que pessoas peguem câncer ou até morram. Se possível, reaproveitar os rejeitos. (Estudante 83)

As normas da CNEN são claras quanto à distinção daquilo que é passível de tratamento (resíduos) e aquilo que, esgotadas as possibilidades, deve ser encaminhado para disposição final (rejeitos) e, nesse sentido, a segregação é fundamental para o gerenciamento adequado. De acordo com o Glossário de Segurança Nuclear (CNEN, 2015), o termo segregação é definido como:

Processo de separar ou manter separados os rejeitos radioativos dos não radioativos, bem como separar ou manter separados os rejeitos radioativos de acordo com características radiológicas, químicas e/ou físicas. Visa a reduzir o volume de rejeito radioativo gerado, facilitar seu manuseio e posterior tratamento.

A correta segregação, portanto, permite que materiais como luvas, por exemplo, que não estejam contaminados, possam ser descartados no recipiente apropriado.

Já a categoria “características e processos químicos” presente no núcleo central, possui termos cujas frases trazem as características dos rejeitos radioativos, e que devem ser analisadas com segurança para minimizar os riscos, bem como é possível verificar nas frases:

O armazenamento desse lixo radioativo deve ser realizado após um tratamento levando em consideração o tempo de meia-vida e o tipo de radiação. (Estudante 17)

A técnica em lidar com rejeitos radiativos busca a responsabilidade do profissional, o cuidado e saber que pensar no outro, através de sua técnica, estará ajudando o futuro. (Estudante 72)

Ao manipular um material radioativo em laboratório é fundamental verificar o nível de radioatividade com a utilização de equipamentos de medição antes de descartá-los. Isso contribui para que o volume de rejeitos contaminados não aumente desnecessariamente. Entretanto, bem como foi possível constatar na última pergunta do questionário, a maior parte dos estudantes respondentes descarta o rejeito no recipiente para material contaminado sem monitorar no detector de radiação.

No quadrante superior direito localizam-se os elementos da primeira periferia. A presença das categorias “segurança”, bem como “gerenciamento de rejeitos radioativos”, ambas tendo sido menos prontamente evocadas, porém, com alta frequência, confirmam as

categorias do núcleo central. Luhmann (1996) discute que a percepção de risco diz respeito a um aspecto de tomada de decisão, uma construção do observador. Dessa forma, conforme apontado por Ribeiro (2014), os indivíduos assumem os riscos e procuram minimizá-los, considerando a possibilidade de ocorrência dos perigos previstos e adotando atitudes seguras. Ou seja, lidar com a tecnologia nuclear com segurança, dentro da qual se encontram os resíduos e rejeitos radioativos, potencializa a minimização dos riscos.

Outra frase que evidencia a importância do gerenciamento adequado dos resíduos e rejeitos radioativos diz respeito ao processo de reciclagem:

Os rejeitos radioativos gerados nos reatores nucleares do mundo são armazenados em montanhas para decaimento devido ao fato de serem ainda ativos e perigosos, gerando assim a necessidade de pesquisa para reciclagem dos mesmos. (Estudante 21)

Os processos de reaproveitamento de materiais, considerando os resíduos de todas as origens, são essenciais para a minimização de impactos. Isso resulta em menor utilização de matéria-prima e menor demanda de espaços para a disposição final. No que se refere aos materiais radioativos, os quais requerem procedimentos específicos para descarte, sua reutilização quando possível é muito importante e, para isso, a distinção entre os termos resíduos e rejeitos é fundamental.

Com relação ao quadrante inferior esquerdo, que apresenta os elementos da zona de contraste, nota-se a presença da categoria “processos tecnológicos ou locais que geram rejeitos”, a qual indica que, ao pensarem em rejeitos radioativos, os estudantes os associam aos processos tecnológicos que permitem sua geração:

No processo nuclear para fabricação de um combustível nuclear são utilizados elementos químicos radioativos como o urânio para seu rejeito. (Estudante 8)

O aparecimento dessa categoria na zona de contrastes sugere uma relação com a formação científica que esses estudantes estão recebendo.

A segunda categoria presente nesse quadrante é “elementos químicos”, na qual os estudantes citam exemplos desses materiais, o que pode ser explicado por sua vivência em laboratório.

Finalmente, o quadrante inferior direito, no qual estão presentes as categorias que compõem a segunda periferia, encontra-se a categoria “diversos”, cuja criação se deu pelo fato de algumas palavras não terem se encaixado em nenhuma outra categoria, especialmente para os casos em que o estudante não elaborou uma frase. Já a categoria “legislação” faz

referência à citação de instrumentos legais em que constam os procedimentos que devem ser adotados com relação aos rejeitos radioativos, como lei, regulamentação e normas. Um dos termos que chama atenção dessa categoria foi PNRS. A Lei 12.305 reúne os princípios, objetivos e instrumentos relativos à gestão e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, incluindo os perigosos. Entretanto, por serem regulados por legislação específica, os rejeitos radioativos não estão sujeitos à observância dessa lei. Assim, tal menção pode evidenciar que, ao pensar em rejeitos radioativos, o indivíduo os relacione a resíduos sólidos e rejeitos de forma genérica.

Quanto à categoria “acidente”, essa é formada pelos termos acidente e acidente radiológico, tal como os fatos históricos Fukushima e Goiânia. As frases a seguir demonstram tal menção:

A física nuclear envolve procedimentos perigosos que, consequentemente, pode ocorrer como algum acidente igual ao de Fukushima. (Estudante 73)

O acidente de Goiânia gerou toneladas de rejeitos, sendo necessário o transporte e manipulação para repositórios temporários e finais. (Estudante 18)

A presença desses termos pode indicar uma transição de um grupo que ainda relaciona a tecnologia nuclear a acidentes, já que possui baixa frequência e alta ordem média de evocação. Cabe ressaltar que os estudantes 18 e 73 realizam suas atividades de pesquisa respectivamente no Centro de Metrologia das Radiações e na Gerência de Rejeitos Radioativos, sendo que o primeiro trabalha indiretamente com amostras radioativas e ingressou no instituto em 2011, enquanto o segundo não trabalha com tais materiais radioativos, e ingressou em 2014.

A última categoria presente nesse quadrante foi “meio ambiente”. Alguns estudantes relacionam o impacto socioambiental dos resíduos e rejeitos radioativos, assim como evidenciam as frases a seguir:

Há de se tomar cuidado com o descarte de lixo no meio ambiente pelo perigo da radiação ionizante. (Estudante 69)

Em função da sustentabilidade do meio ambiente, os rejeitos devem passar o ato exequível, por processos de descontaminação, controle de possível ou futura contaminação. O controle também deve prever situações de armazenamento e forma de isolamento do rejeito. (Estudante 11).

Entretanto, por estar presente na segunda periferia, não são elementos consideravelmente presentes no campo das representações sociais, e a relação dos rejeitos radioativos e meio ambiente não parece ser amplamente estabelecida.

#### **5.1.6. Desafios para realização da pesquisa e recomendações**

Conforme discutem Espíndula e França (2016), um dos desafios da pesquisa social que lida com entrevistas são os indivíduos entrevistados, o que não é diferente da aplicação de questionários. De acordo com as autoras, a entrevista traz ao entrevistado ônus e bônus e, dentre os ônus, está a demanda de tempo. No presente estudo foram encontrados dois principais desafios:

- Falta de tempo por parte dos estudantes.
- Ausência de resposta de alguns gerentes dos centros e gerências de pesquisa para autorização da aplicação dos questionários, o que diminuiu a representatividade dos centros entre os estudantes respondentes.

Entretanto, apesar dos desafios mencionados, as análises apresentadas podem trazer resultados positivos para o gerenciamento de resíduos e rejeitos do instituto, e a recomendação é que o questionário seja aplicado a todos os estudantes.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de resíduos e rejeitos em laboratórios de pesquisa e ensino envolve diversos atores, e as boas práticas devem asseguradas. Nos laboratórios do IPEN são gerados diversos tipos de resíduos e rejeitos, para os quais são adotadas diferentes estratégias para sua manipulação. Para isso, métodos que gerem esses materiais em menores quantidades devem ser garantidos desde a formulação da pesquisa, além de procedimentos de segurança que garantam a correta segregação e descarte em local apropriado.

Constatou-se que o conhecimento do grupo estudado a respeito da diferença entre resíduos e rejeitos não está claro, e o mesmo ocorre com os resíduos e rejeitos radioativos. Apesar de o reprocessamento de combustível nuclear, o qual é uma forma de reciclagem, não ser realizado no Brasil, o cenário político do setor aponta que tal processo será em breve realizado, e que os estudos devem ser incentivados. Ou seja, trata-se de uma problemática bastante atual, e que deve ser discutida com estudantes em formação, que poderão atuar na indústria.

Outra característica importante observada no estudo é que, apesar de a maioria dos estudantes respondentes terem declarado que, ao lidarem com uma pesquisa, buscam métodos que gerem menos resíduos e rejeitos radioativos, perguntas complementares demonstraram que a prática pode estar distante do discurso. Do ponto de vista dos princípios da química verde, é melhor prevenir a geração de resíduos e rejeitos do que os tratar e, portanto, essas discussões são fundamentais para os estudantes, que estarão melhor preparados para atuarem também na indústria, tendo conhecimento de que práticas mais sustentáveis inclusive nos laboratórios com manipulação de materiais radioativos são urgentes.

Quanto à exploração dos fatores que podem afetar a percepção de risco dos estudantes sobre a manipulação de amostras radioativas, os fatores analisados (tempo, contato e conhecimento) não demonstraram influenciar a percepção de risco da forma como previsto inicialmente, ou seja, o maior tempo de experiência com a manipulação de amostras radioativas, o fato de trabalhar ou não com esses materiais e o conhecimento adquirido sobre o assunto. Entretanto, ressalta-se que tal comportamento pode afetar o gerenciamento desses materiais durante as práticas de laboratório.

Na análise das evocações livres de palavras, os elementos que formaram a provável RS dos estudantes participantes do presente estudo indicam, portanto, que a partir do termo

indutor “rejeito radioativo”, as associações são essencialmente relacionadas ao risco potencialmente oferecido por esses materiais, entretanto, um risco que pode ser diminuído a partir de medidas de segurança. Os demais elementos do núcleo central complementam tal cenário, já que as categorias dizem respeito às características desses materiais e aos processos por meio dos quais os rejeitos são gerados, os quais devem ser, respectivamente, analisados e realizados com segurança. Quanto à presença da categoria Meio Ambiente no quadrante da segunda periferia, tal condição evidencia que a geração de rejeitos radioativos não é relacionada ao meio ambiente.

Nesse contexto, o presente estudo tem como recomendação a criação de um manual de boas práticas de laboratório, o qual deve ser utilizado por todos os centros e gerências do instituto. Além disso, recomenda-se a oferta de uma disciplina obrigatória que trate de boas práticas de laboratório.

## **7. DIVULGAÇÃO DO TRABALHO**

O presente estudo foi apresentado no *Waste Management Symposia* em março de 2019 no formato pôster, o qual teve como título: Social Representations and Perception of Risk Regarding Radioactive Waste.

Em outubro de 2017 e dezembro de 2018 o trabalho foi também apresentado no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Análise Ambiental Integrada, desenvolvido pelo programa de pós-graduação em Análise Ambiental Integrada. No primeiro momento foram apresentados os objetivos da pesquisa e, no segundo momento, os resultados obtidos até então.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIC, J. C. **Práticas sociales y representaciones**. México: Ediciones Coyoacán, 2001. 112 p.

ALEXANDRE, A. F. A dinâmica da sociedade de risco segundo Anthony Giddens e Ulrich Beck. **Revista GEOSUL**, Florianópolis, v. 15, n. 30, p. 164, 2000.

AVEN, T., Renn, O. and Rosa, E.A. On the ontological status of the concept of risk. **Safety Science**, v. 49, n 8/9, p.1074–1079, 2011.

AVEN, T. The risk concept—historical and recent development trends. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 99, p. 33-44, 2012.

AVEN, T. Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. **European Journal of Operational Research**, v. 253, n. 1, p. 1-13, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994, 226 p.

BECK, U. **Risk Society. Towards a New Modernity**. Londres: Sage Publications, 1992.

BECK, U. **La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad**. Barcelona: Editorial Piados, 1998. 305 p.

BESSEN, G. R. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas**. 2006. 207 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. **Lei nº 6.189**, de 16 de dezembro de 1974. Altera a Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e a Lei nº 5.740, de 1 de dezembro de 1971, que criaram, respectivamente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e a Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear - CBTN, que passa a denominar-se Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS, e dá outras providências. Brasília, DF, 1974.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 9.600**, de 5 de dezembro de 2018. Consolida as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira. Brasília, DF, 2018.

BRÜSEKE, F.J. Risco e contingência. **Rev. bras. Ci. Soc**, v. 22, n. 63, p. 69-80, São Paulo 2007.

CAMPBELL S.; CURRIE G. Against Beck: In Defence of Risk Analysis. **Philosophy of the Social Sciences**, v. 36, n. 2, p.149–72, 2006.

CARVALHO, J.E.C. As Representações Sociais e o Conhecimento do Cotidiano: uma crítica metodológica a partir da Filosofia da Linguagem. **Revista Neurociências**, v. 13, n.3, p. 145-151, 2005.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Glossário de Segurança Nuclear**, 2015. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/glossario.pdf>.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Norma CNEN NN 3.01**, 2014. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Norma CNEN NN 8.01**, 2014. Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm801.pdf>

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Princípios Básicos de Segurança e Proteção Radiológica**, 2014. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/component/content/article/75-cin/material-didatico-cnen/170-principios-protacao-radiologica>

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Norma CNEN NN 6.02**, 2017. Licenciamento de Instalações Radiativas. Disponível em: [http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS\\_CNENCD\\_166\\_2014.pdf](http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS_CNENCD_166_2014.pdf).

CORREA, C. M. C. **Fatores que participam da tomada de decisão em humanos**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DICTORO, V. P.; GALVÃO, D. F.; HANAI, F. Y. O Estudo das representações sociais e da percepção ambiental como instrumentos de análise das relações humanas com a água. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 21, n.1, p. 232-251, 2016.

DI GIULIO, G. M. **COMUNICAÇÃO E GOVERNANÇA DO RISCO: EXEMPLOS DE COMUNIDADES EXPOSTAS À CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NO BRASIL E URUGUAI**. 2010. 327 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

DI GIULIO, G. M.; VASCONCELLOS, M. P.; GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; Assunção, J. V. Percepção de risco: um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1217-1231, 2015.

DOUGLAS, M.; WILDAVSKY, A. **Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers**. Berkeley: University of California Press, 1982. 224 p.

Durkheim, E. **Représentations individuelles et représentations collectives. Sociologie et philosophie**. Paris: PUF, 1967. Reimpressão da edição de 1898.

EPA. **Green Chemistry** homepage. Acesso em 2 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>

D'ESPINDULA, T. S.; FRANCA, B. H. S. Aspectos éticos e bioéticos na entrevista em pesquisa: impacto na subjetividade. **Rev. Bioét.**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 495-502, 2016.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova (Impresso)**, v. 34, p. 1089-1093, 2011.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. USP students' social representations and views on nuclear power as energy option. In: 2011 International Nuclear Atlantic Conference – INAC. 2011, Belo Horizonte. Anais Nuclear Energy: New jobs for a better life, 2011.

FERREIRA, V.V. M.; SOARES, W. A. Insucessos em empreendimentos nucleares devido a falhas em processos de Comunicação Pública. **Intercom: Revista Brasileira de Ciências da Comunicação**, v. 2, n. 35, p. 313-329, 2012.

FLÔR, R. C.; GELBCKE, F. L. Proteção radiológica e a atitude de trabalhadores de enfermagem em serviço de hemodinâmica. **Texto contexto - enferm.** Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 416-422, 2013.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. Tradução de Raul Fiker. São Paulo: UNESP, 1991. 192 p.

GIDDENS, A. Risk and Responsibility. **Modern Law Review** v. 62, n. 1, p. 1-10, 1999.

GIL, A., C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. (6 ed.) São Paulo: Atlas, 2008.

GUIVANT, J. S. Sustentabilidade e Métodos Participativos: os riscos dos pressupostos realistas. In: Congresso Mundial da International Sociological Association, 8-13 julho. 2002, Brisbane, Austrália, 2002.

HANNIGAN, J. **Environmental Sociology: A Social Constructionist Perspective**. New York: Routledge, 2006. 236 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. **Relatório Anual de Gestão Ambiental no IPEN**, 2016. Disponível em: [https://www.ipen.br/portal\\_por/conteudo/documentos/REL\\_GES\\_AMB\\_IPEN\\_2016%20ci clo%202017.pdf](https://www.ipen.br/portal_por/conteudo/documentos/REL_GES_AMB_IPEN_2016%20ci clo%202017.pdf)

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Recycle and reuse of materials and components from waste streams of nuclear fuel cycle facilities**, 2000. Disponível em: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te\\_1130\\_prn.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1130_prn.pdf)

JAEGER, C. C.; RENN, O.; ROSA, E. A.; WEBLER, T. **Risk: uncertainty and rational action**. London: Earthscan, 2001. 320 p.

JODELET, D. **Representações sociais: um domínio em expansão**. In D. Jodelet (Ed.). As representações sociais. Rio de Janeiro: UERJ, p. 17-44, 2001.

SILVA JUNIOR, S. D. S., COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, 2014.

KASPERSON, R. E., RENN, O., SLOVIC, P., BROWN, H. S., EMEL, J., GOBLE, R., Kasperon, J. X., Ratick, S. The social amplification of risk: A conceptual framework. **Risk Analysis**, v. 8, p. 177-187, 1988.

KLINKE, A.; RENN, O. A new approach to risk evaluation and management: Risk-based, precaution-based and discourse-based strategies. **Risk Analysis**, v. 22, n. 6, p. 1071–1094, 2002.

LOURENÇO, L. Ocorrências, Incidentes, Acidentes e Desastres. Revista Técnica e Formativa da Escola Nacional de Bombeiros, n. 17, p.48, 2001.

LUPTON, D. **Risk**. London: Routledge, 1999. 184 p.

MACHADO L.B.; ANICETO R.A. Núcleo central e periferia das representações sociais de ciclos de aprendizagem entre professores. **Ensaio: aval. pol. públi. Educ. [Internet]**, v. 18, n. 67, p. 345-64, 2010.

MARINHO, C. C.; GONÇALVES, A. C. B.; ROCHA, V. A., Silva, W. H. Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: a experiência do Laboratório de Limnologia da UFRJ. **Eclet. Quím.**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 85-104, 2011.

MENIN, M.S.S. Representação Social e Estereótipo: A Zona Muda das Representações Sociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 043-052, 2006.

MOSCOVICI, S. **A representação social da psicanálise**. Rio de Janeiro, Zahar, 1978. 291 p.

MUNDIM-MASINI, A. A. **Fatores de personalidade e percepção de risco podem prever o comportamento de risco? Um estudo com universitários**. 2009. 195 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 2009.

PENELUC, M. C.; SILVA, S. A. H. Representações sociais enquanto subsídio a programas de educação ambiental crítica aplicada à gestão ambiental. **Revista entre ideias: educação, cultura e sociedade**, n. 17, p. 35-60, 2011.

PEREIRA, E.C. **Risco e vulnerabilidade socioambiental: o ‘Depósito Definitivo de Rejeitos Radioativos’ na percepção dos moradores de Abadia de Goiás**. 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

PEREZ, M. **Grandezas e medidas: representações sociais de professores do ensino fundamental**. 2008. 202 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, 2008.

PINHO, P.M. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. 2011. 249 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PORTILHO, F. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. **Cadernos EBAPE**, Rio de Janeiro, v.3, n.3, p.1-12, 2005.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. A. "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LUHMANN N. Modern society shocked by its risks. **Social Sciences Research Centre: Occasional Papers**. Hong Kong: Departamento de Sociologia, Universidade de Hong Kong, 1996. 19 p.

MARANDOLA JUNIOR., E. **Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana**. 2008. 266 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

PORTELLI, A. What cultural objects say about nuclear accidents and their way of depicting a controversial industry. **Resilience: A New Paradigm of Nuclear Safety**, p. 137-156, 2017.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. Cortez, São Paulo, 1995. 96 p.

REGO, T.C. Produtivismo, pesquisa e comunicação científica: entre o veneno e o remédio. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 325-346, 2014.

RENN, O. Concept of Risk: A Classification. **In: Krimsky, S. – Golding, D. (Eds.), Social Theories of Risk**, Westport, CT: Praeger, p. 53–79, 1992.

RENN, O. **Risk governance: coping with uncertainty in a complex world**. London: Earthscan, 2008. 341 p.

RIBEIRO, R. L. Globalização, Sociedade de Risco e Segurança. **Revista de Direito Administrativo**, Rio de Janeiro, v. 246, p. 267-287, 2014.

RIBEIRO, T. F.; Lima, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudo de casos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p.50-69, 2000.

RIES, B. E.; RODRIGUES, E. W. **Psicologia e Educação: Fundamentos e Reflexões**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. 235 p.

RISSO, L.C. Percepção ambiental e representações do território Apurinã. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p.252-262, 2012.

SÁ, C.P. Representações sociais: teoria e pesquisa do núcleo central. **Temas em Psicologia**, v. 4, n. 3, p.19-33, 1996.

SANTOS, M.F.S. Representação social e a relação indivíduo-sociedade. **Temas psicol.**, v.2 n.3, 1994.

SCHEER, D.; BENIGHAUS, C.; BENIGHAUS, L.; RENN, O.; GOLD, S.; RÖDER, B.; BÖL, G. F. The distinction between risk and hazard: understanding and use in stakeholder communication. **Risk Analysis**, v. 34, n. 7, p. 1270–1285, 2014.

SEONG, K. M.; KWON, T.; SEO, S.; LEE, D.; PARK, S.; JIN, Y.W.; LEE, S.S. Perception of low dose radiation risks among radiation researchers in Korea. **PLoS One**, v. 12, n. 2, 2017.



SILVA, W. M. Representações sociais e percepção ambiental: a balneabilidade de praias de São Luís e São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Rosa dos Ventos**, Caxias do Sul, v. 8. p. 405-418, 2016.

SJÖBERG, L. Risk perception by the public and by experts: A dilemma in risk management. **Human Ecology Review**, v. 6, p.1-9, 1999.

SJÖBERG, L. **Myths of the psychometric paradigm and how they can misinform risk communication**. Paper presented at the Risk Perception and Communication Consultation Technical Meeting, organized by World Health Organization, Regional Office for Europe, Venice, Italy, 2006 a.

SJÖBERG, L. Nuclear waste risk perceptions and attitudes in siting a final repository for spent nuclear fuel. In: **ANDERSSON, K. (ed.) Valdor**. Proceedings, p. 452-460. Stockholm, 2006 b.

SLOVIC, P. (Org.). **The perception of risk**. Londres: Earthscan, 2000.

SLOVIC, P. The psychology of risk. **Saude soc.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 731-747, 2010.

TANIMOTO, K.S. **Proposta de um questionário destinado a avaliar a percepção de risco relativa a um repositório de rejeitos radioativos**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, 2011.

VOGT, W. P. **Dictionary of statistics & methodology: A nontechnical guide for the social sciences**. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage, 1999.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

WACHELKE, J.; Wolter, R. Critérios de Construção e Relato da Análise Prototípica para Representações Sociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, vol. 27 n. 4, 2011.

WACHINGER G., Renn O., Begg C., and Kuhlicke C. The Risk Perception Paradox – Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. **Risk Anal.**, v. 33, p. 1049–1065, 2013.

ŽELEZNIK, N.; CONSTANTIN, M.; SCHNEIDER, N.; MAYS, C.; ZAKRZEWSKA, G.; DIACONU, D. Lay public mental models of ionizing radiation: representations and risk perception in four European countries. **Journal of Radiological Protection**, v. 36, n. 2, p.S102-S121, 2016.

## **APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado(a) participante, o Sr (a) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **“PERCEPÇÃO DE RISCO E REPRESENTAÇÕES SOCIAIS A RESPEITO DE RESÍDUOS E REJEITOS RADIOATIVOS: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DO INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES”**.

As informações abaixo estão sendo fornecidas para sua orientação/participação voluntária neste estudo:

Principalmente a partir da Revolução Industrial, vem ocorrendo a intensa aceleração dos processos de industrialização, urbanização e crescimento demográfico, ocorrendo o consequente aumento da geração de resíduos sólidos e rejeitos, tanto em quantidade como em diversidade. Entre os quais, os rejeitos oriundos das atividades nucleares. Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo investigar a percepção de risco e representações sociais a respeito de rejeitos radioativos entre estudantes de diferentes unidades do IPEN. Serão realizadas entrevistas semiestruturadas com questionário composto por perguntas abertas e fechadas. Como referencial teórico norteador do presente trabalho, será utilizada a vertente sociológica presente na obra de Giddens, Beck e Moscovici, bem como a vertente psicológica presente na obra de Sjöberg. Haja vista que além do fenômeno social, o qual é contemplado em estudos na área da psicologia social, como é o caso das representações sociais, ressalta-se que estudos na área de percepção de risco, assim como no caso das representações, também precisam incluir outros fatores como crenças, atitudes, valores morais e aspectos emocionais, os quais podem influenciar na forma como os indivíduos percebem e representam os resíduos e rejeitos de uma maneira geral, bem como percebem e representam especificamente os resíduos e rejeitos radiativos, objeto de estudo no presente trabalho.

O principal investigador é a Fernanda Cristina Romero que pode ser encontrada na UNIFESP, Campus Diadema, na unidade Antônio Doll. Os dados coletados serão tratados anonimamente e utilizados apenas NESTA pesquisa, e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você pode recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição que forneceu os seus dados, como também na que trabalha.

Sr(a), não haverá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras, bem como riscos de qualquer natureza relacionada à sua participação. O termo está sendo disponibilizado em duas vias originais, uma para ficar com o participante, onde consta o celular/e-mail do pesquisado responsável, e demais membros da equipe, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento, e outra para ficar com o pesquisador.

Desde já agradecemos!

Fernanda Cristina Romero Pesquisadora Principal (Universidade Federal de São Paulo) e-mail: romero_fcr@yahoo.com.br	Luciana Aparecida Farias (Universidade Federal de São Paulo) e-mail: lufarias2@yahoo.com.br
--	---

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): - Rua Botucatu, 572 – 1º Andar, cj 14.  
Tel.: (11)5571-1062, fax 5539-7162, e-mail: cepunifesp@unifesp.br

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_ declaro estar ciente do inteiro teor deste TERMO DE CONSENTIMENTO e estou de acordo em participar do estudo proposto, sabendo que dele poderei desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Assinatura do participante da pesquisa

---

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

## APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO SOCIAL E DAS VARIÁVEIS CONHECIMENTO, TEMPO E CONTATO E PERCEPÇÃO DE RISCO

1. Código (p/ uso do pesquisador): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )
2. Mês e ano de ingresso no IPEN: \_\_\_\_\_
3. Você está cursando ( ) Iniciação Científica ( ) Mestrado ( ) Doutorado
4. Qual a sua formação: \_\_\_\_\_
5. Centro/Gerência do IPEN em que desenvolve pesquisa (assinale com um X):

<input type="checkbox"/>	Centro de biotecnologia
<input type="checkbox"/>	Células a combustível e hidrogênio
<input type="checkbox"/>	Ciência e tecnologia de materiais
<input type="checkbox"/>	Centro do combustível nuclear
<input type="checkbox"/>	Centro de engenharia nuclear
<input type="checkbox"/>	Centro de lasers e aplicações
<input type="checkbox"/>	Centro de metrologia das radiações
<input type="checkbox"/>	Centro de química e meio ambiente

<input type="checkbox"/>	Centro de radiofarmácia
<input type="checkbox"/>	Centro do reator de pesquisas
<input type="checkbox"/>	Centro de tecnologia das radiações
<input type="checkbox"/>	Gerência de radioproteção
<input type="checkbox"/>	Gerência de metrologia das radiações
<input type="checkbox"/>	Gerência de rejeitos radioativos
<input type="checkbox"/>	Gerência de radiometria ambiental

6. Defina com suas palavras rejeito.  
\_\_\_\_\_
7. Defina com suas palavras resíduo sólido.  
\_\_\_\_\_
8. A seguir serão descritas algumas situações relacionadas a resíduos sólidos e rejeitos. Marque com um “X” como você se sente ou se posiciona com relação a cada uma delas.

a-) Qual a sua percepção com relação ao ato de manipular resíduos/rejeitos?				
1 Não é arriscado	2 Arriscado	3 Moderadamente arriscado	4 Muito arriscado	5 Extremamente arriscado
b-) Ao lidar com um experimento, você considera métodos que gerem menos resíduos/rejeitos?				
1 Muito improvável	2 Improvável	3 Não tenho certeza	4 Provável	5 Muito provável
b1) Contextualize um exemplo: _____ _____				
c-) Você se considera corresponsável com relação à disposição correta dos rejeitos?				

1 Muito improvável	2 Improvável	3 Não tenho certeza	4 Provável	5 Muito provável
c1) Contextualize um exemplo:				
_____				
_____				

9. Já havia tomado contato com a temática/tecnologia nuclear antes de ingressar no IPEN?

SIM ( ) NÃO ( ) Caso a resposta tenha sido sim, onde: \_\_\_\_\_

10. Cite rapidamente cinco palavras que lhe vem à mente quando pensa em Rejeito Radioativo.

1.
2.
3.
4.
5.

11. Elabore uma frase que inclua as cinco palavras citadas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. Defina com suas palavras rejeito radioativo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Defina com suas palavras resíduo radioativo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Você sabe a diferença entre rejeito de baixo, médio e alto nível? Se sim, explique.

SIM ( ) NÃO ( ) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. Você trabalha diretamente ou indiretamente com amostras radioativas?

SIM ( ) Diretamente ( ) Indiretamente ( ) ( ) Não trabalho com amostras radioativas.

Caso trabalhe com amostras radioativas, cite há quanto tempo: \_\_\_\_\_

16. A seguir serão descritas algumas situações relacionadas a amostras e rejeitos radioativos. Marque com um “X” como você se sente ou se posiciona com relação a cada uma delas.

a-) Ao lidar com um experimento, você consideraria métodos que gerassem menos resíduos/rejeitos radioativos?				
1 Muito improvável	2 Improvável	3 Não tenho certeza	4 Provável	5 Muito provável

a1-) Contextualize um exemplo				
b-) Qual a sua percepção com relação ao ato de trabalhar com amostras radioativas?				
1 Não é arriscado	2 Arriscado	3 Moderadamente arriscado	4 Muito arriscado	5 Extremamente arriscado
c-) Ao iniciar seu projeto de pesquisa, você recebeu instruções sobre a segregação dos resíduos/rejeitos radioativos?      SIM (   )    NÃO (   )				
c1-) Qual?				
d-) Você recebe instrução para descartar no lixo comum, luvas utilizadas na abertura de amostras radioativas que, a princípio, não tiveram contato com material radioativo. Qual a sua percepção com relação a isso?				
1 Não é arriscado	2 Arriscado	3 Moderadamente arriscado	4 Muito arriscado	5 Extremamente arriscado
e-) Você considera que, ao gerar/manipular resíduos/rejeitos radioativos estaria se expondo a riscos?				
1 Muito improvável	2 Improvável	3 Não tenho certeza	4 Provável	5 Muito provável
f-) Você está no fim da iniciação científica/mestrado/doutorado, porém, não chegou ao fim da pesquisa. Você se exporia para conseguir atingir os objetivos haja vista que está pressionado (a) pelo tempo?				
1 Muito improvável	2 Improvável	3 Não tenho certeza	4 Provável	5 Muito provável
g-) Caso você esteja há mais de seis meses no IPEN, você considera que a sua percepção de risco com relação a tecnologia mudou?				
1 Não, de forma alguma	2 Não	3 Parcialmente	4 Sim	5 Sim, muito
h-) Essa mudança foi:				
POSITIVA (   ) NEGATIVA (   ) PARCIAL (   )				
Justifique				
i-) Durante um experimento você fez uso de um par de luvas e não sabe se está contaminado. Na dúvida, o que você faria?				

**APÊNDICE C- AGRUPAMENTO REALIZADO NAS EVOCAÇÕES E SUAS RESPECTIVAS CATEGORIAS E FREQUÊNCIAS**

<b>Desastres nucleares</b>	<b>Frequência</b>
Acidentes radiológicos	1
Fukushima	1
Explosão	2
Goiânia	2
Acidente	6
<b>Total</b>	<b>12</b>

<b>Diversos</b>	<b>Frequência</b>
Água	1
Anos	1
Depende	1
Física	1
Gastos	1
Solução	1
Valoração de resíduos	1
Cheiro	1
Futuro	1
Halanio	1
Indiu	1
Necessário	1
Nível	1
Tempo	1
Trabalho	1
<b>Total</b>	<b>15</b>

<b>Elementos químicos</b>	<b>Quantidade</b>
Alumínio	1
Boro	1
Lantânio	1
Mercúrio	1
Metais	1
Elementos químicos	2
<b>Total</b>	<b>7</b>

<b>Gerenciamento dos rejeitos radioativos</b>	<b>Quantidade</b>
Acondicionamento	1
Como está armazenado	1
Compactação	1
Diminuir	1
Dispensação	1
Disposição	1
Estocagem	1
Gerência	1
Gerência de Rejeitos	1
Gerenciamento	1
Identificação	1
Incineração	1
IPEN	1
Longa vida	1
Manipulação	1
Montanhas	1
Necessidade de um gerenciamento efetivo	1
Neutralização	1
Onde é eliminado, recolhido e apropriadamente armazenado	1
Onde enterrar (a pergunta que me vem à cabeça)	1
Processamento	1



Reaproveitamento dos resíduos	1
Reciclagem	1
Repositório	1
Reutilização deste material	1
Segregação conforme radionuclídeos	1
Sítio	1
Técnica	1
Tempo longo de armazenamento	1
Tempo para ser enterrado	1
Transporte	1
CNEN	2
Reutilização	2
Tratamento	4
Blindagem	6
Armazenamento	8
Descarte	12
<b>Total</b>	<b>65</b>

<b>Legislação</b>	<b>Quantidade</b>
Lei	1
PNRS	1
Regulação	1
Regulamentação	1
Normas	2
<b>Total</b>	<b>6</b>

<b>Meio ambiente</b>	<b>Quantidade</b>
Impacto	1
Impureza	1
Local	1
Meio ambiente- Socioambiental	1
Natureza	1
Natureza (Meio Ambiente)	1

Poluição	1
Ambiente	2
Sustentabilidade	2
Meio Ambiente	8
<b>Total</b>	<b>19</b>

<b>Segurança</b>	<b>Quantidade</b>
Controlado	1
Descarte adequado	1
Descarte apropriado	1
Descarte correto	1
Descomissionamento	1
Descontaminação	1
Distância	1
EPI	1
Esterilização	1
Ética	1
Evitado	1
Guarda correta	1
Identificação adequada	1
Imobilização	1
Inacessível	1
Limite de dose	1
Local	1
Local adequado	1
Mão de obra especializada	1
Mas se tiver gestão responsável, é um procedimento simples	1
Pensar nos outros	1
Precaução	1
Prevenção	1
Proteção	1
Proteção radiológica	1
Quantidade	1

Responsabilidade/paramentação	1
Segregação correta	1
Sinalização	1
Tempo	1
Trabalho	1
Treinamento de pessoal	1
Atenção	2
Cautela	2
Consciência	2
Contenção	2
Dosímetro	2
Isolado	2
Isolamento	2
Organização	2
Controle	3
EPC	3
Radioproteção	4
Proteção	6
Responsabilidade	8
Segurança	12
Cuidado	18
<b>Total</b>	<b>102</b>

<b>Características e processos químicos</b>	<b>Quantidade</b>
Radionuclídeos enriquecidos	1
Írídio-192	1
Cobalto	1
Isótopo radioativo	1
Forma física	1
Forma química	1
Radionuclídeos presentes	1
Elemento de meia vida longa	1

Natureza da radiação	1
Quantidade	1
Alta energia	1
Reação nuclear	1
Calor	1
Césio	1
Meia vida do elemento	1
Degradação	1
Vida útil	1
Energia	1
Atividade radioativa do rejeito	1
Fontes radioativas	1
Radioatividade	1
Energia	2
Irradiação	2
Radionuclídeos	2
Atividade	3
Tempo de meia-vida	3
Urânio	3
Decaimento	6
Radiação	6
Meia vida	11

<b>Total</b>	<b>59</b>
--------------	-----------

<b>Rejeito radioativo</b>	<b>Quantidade</b>
Algodão	1
Antena	1
Combustível	1
Combustível nuclear	1
Dejetos	1
Desperdício	1
Dispositivo utilizado	1

Elemento combustível	1
Elemento irradiado	1
Eletrônicos	1
Equipamentos	1
Filtros	1
Fonte	1
Irrradiados	1
Lixo nuclear	1
Material	1
Minas de urânio	1
Neutrôns	1
Nuclear	1
Papel	1
Radionuclídeos	1
Resíduos de laboratórios de análises clínicas	1
Resinas	1
Solução cintiladora	1
Termômetro	1
Urânio	1
Elementos radioativos	2
Lixo radioativo	2
Luvas	2
Materiais irradiados	2
Resíduo	2
Sobras	2
Material radioativo	4
Lixo	9

<b>Total</b>	<b>51</b>
--------------	-----------

<b>Risco</b>	<b>Quantidade</b>
Acumulativo	1
Atividades humanas	1

Bomba atômica	1
Contaminação de indivíduos	1
Contaminado	1
Custo	1
Danoso	1
Deformação	1
Doses desnecessárias	1
Efeitos biológicos ruins	1
Guerras	1
Hereditariedade	1
Impróprios	1
Manuseio perigoso	1
Nocivo	1
Nuclear	1
Para sempre	1
Polêmico	1
Prejudicar	1
Preocupação	1
Problema da área nuclear	1
Problema quanto ao descarte	1
Radiação ionizante	1
Risco a saúde do homem	1
Risco de contaminação	1
Risco e dano	1
Risco nuclear	1
Taxa de dose	1
Taxa de dose e possibilidade de contaminação	1
Terrorismo	1
Tóxico	1
Usinas nucleares	1
Cancerígeno	2
Dificuldade	2

Irradiação	2
População	2
Radioatividade	2
Risco a saúde do meio ambiente	2
Tóxico	2
Contaminante	3
Doença	3
Problema	3
Saúde	3
Morte	4
Dose	5
Exposição	6
Perigoso	6
Câncer	7
Risco	12
Radiação	14
Perigo	30
Contaminação	31

<b>Total</b>	<b>173</b>
--------------	------------

<b>Processos tecnológicos ou locais que geram rejeitos</b>	<b>Quantidade</b>
Amostragem	1
Análise de radionuclídeos	1
Atomização de matriz	1
Braquiterapia	1
Célula combustível	1
Combustível	1
Energia nuclear	1
Física	1
Gamagrafia	1
Hospital	1
Humano	1

Indústria	1
Manipulação de instrumentos	1
Medicina diagnóstica	1
Medicina nuclear	1
Produtos de fissão	1
Produtos químicos	1
Programação de ensaios	1
Radiofarmácia	1
Radiofármacos	1
Radiologia	1
Reatores	1
Tecnologia	1
Ativação	2
Medicina	2
Processo	2
Usina nuclear	2
Usinas	2
Nuclear	3
Pesquisa	4
Reator nuclear	4
<b>Total</b>	<b>44</b>